

BUJDOSÓ ERNŐ

bibliOMETRIA és TUDOMÁNYMETRIA

ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR
KÖNYVTÁRTUDOMÁNYI
ÉS MÓDSZERTANI KÖZPONT

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Bibliometria és tudománymetria

ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR
KÖNYVTÁRTUDOMÁNYI ÉS MÓDSZERTANI KÖZPONT
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Bibliometria és tudománymetria

Írta

Dr. Bujdosó Ernő

Budapest, 1986

Lektorálták:

Beck Mihály
az MTA rendes tagja

Dr. Horváth Tibor

ISBN 963 201 263 1

Kiadja az Országos Széchényi Könyvtár Könyvtártudományi és Módszertani Központ
és a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára. Felelős kiadó: Sente Ferenc a
KMK igazgatója. Megjelent: 19,66 A/5 ív terjedelemben. Készült: az ALFAPRINT
Nyomdaipari Kiszövetkezet nyomdájában. Felelős vezető: Barabás Gábor

Tartalomjegyzék

| | |
|--|----|
| Előszó (Beck Mihály) | 7 |
| A szerző előszava | 9 |
| 1. Bevezetés és alapfogalmak | 11 |
| 1.1 A bibliometria és a tudománymetria kialakulása, tárgya és módszere | 13 |
| 1.2 A tudománymetria fejlődését tükröző fontosabb publikációk és folyóiratok | 17 |
| 1.3 A tudománymetria mint a tudomány fejlődésének információs modellje | 20 |
| 1.4 Alap kutatás, alkalmazott kutatás és fejlesztés | 21 |
| 1.5 A tudományos kutatás és fejlesztés működésének mechanizmusa | 23 |
| 1.6 A tudományos kutatói közösség és jellemvonásai | 26 |
| Irodalomjegyzék az 1. fejezethez | 29 |
| 2. A tudomány növekedése | 31 |
| 2.1 A növekedés lehetséges eseteinek matematikai leírása | 33 |
| 2.11 Exponenciális növekedés | 34 |
| 2.12 Logisztikus növekedés | 37 |
| 2.13 Lineáris növekedés | 39 |
| 2.2 A tudományos információ növekedése | 39 |
| 2.3 A tudományágak, alterületek, szakterületek növekedése. Példák | 41 |
| 2.4 Az exponenciális növekedés korlátai. A növekedés egyéb lehetséges esetei | 44 |
| 2.5 A növekedés hatása a tudományos kutatói közösségre és az egyénre | 47 |
| 2.6 A növekedés mérésének gyakorlati kivitele | 53 |
| 2.7 A tudományos eszmék terjedése: a járványmodell | 54 |
| 2.71 A tudományos ismeretek terjedésének determinisztikus modellje | 55 |
| 2.72 A tudományos ismeretek terjedésének sztochasztikus modellje | 58 |
| Irodalomjegyzék a 2. fejezethez | 61 |
| 3. A tudományos publikálás és kommunikálás | 63 |
| 3.1 A tudományos folyóiratok létrejötte | 66 |
| 3.2 A tudományos kommunikálás csatornái | 69 |
| 3.3 Szerkesztők és szerkesztőbizottsági tagok mint a tudomány várának kapuőrei | 71 |
| 3.4 A tudományos folyóiratok minőségének mutatói | 78 |
| 3.41 A folyóiratcikkek átfutási idejének mérése | 83 |
| 3.42 Folyóiratok rangsorának kialakítása valamely szakterületen | 86 |
| Irodalomjegyzék a 3. fejezethez | 89 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4. | A tudományos szakirodalom szóródása: Bradford törvénye | 91 |
| 4.1 | Bradford törvényének analitikus alakja | 96 |
| 4.2 | A Bradford-görbe felvétele | 103 |
| | Irodalomjegyzék a 4. fejezethez | 105 |
| 5. | A tudományos szakirodalom elévülése | 107 |
| 5.1 | A felezési idő mérése | 115 |
| | Irodalomjegyzék az 5. fejezethez | 118 |
| 6. | A szerzők produktivitása | 119 |
| 6.1 | Lotka törvénye | 122 |
| 6.2 | A produktivitás mérésének gyakorlati kivitelezése | 125 |
| | Irodalomjegyzék a 6. fejezethez | 128 |
| 7. | Kis tudomány – nagy tudomány | 129 |
| 7.1 | Társszerzőség és együttműködés | 133 |
| 7.2 | Együttműködés, produktivitas, minőség, láthatóság | 135 |
| 7.3 | Társszerzői multigráfok | 136 |
| | Irodalomjegyzék a 7. fejezethez | 142 |
| 8. | A tudományos idézetek indexrendszere | 143 |
| 8.1 | Történeti áttekintés | 146 |
| 8.2 | A tudományos idézetek indexrendszerének felépítése | 148 |
| 8.3 | Keresési stratégiák a tudományos idézetek indexrendszerében | 149 |
| 8.4 | Az ISI idézeti indexrendszerei | 152 |
| 8.5 | Az SCI adatbázis építésének folyamata | 160 |
| 8.6 | Az adatbázis sebessége és teljessége | 162 |
| 8.7 | Gépi információkeresés az SCI heti mágnesszalagjaiban | 164 |
| 8.8 | A szakirodalom-figyelés teljessége és relevanciája | 168 |
| | Irodalomjegyzék a 8. fejezethez | |
| 9. | A tudományos idézetek indexrendszerének tudományometriai alkalmazása | 173 |
| 9.1 | Az idéztelemzés alapjai | 176 |
| 9.2 | Az idéztelemzés gyakorlati kivitelezése | 178 |
| 9.3 | Tudományometriai mutatószámok | 181 |
| | Irodalomjegyzék a 9. fejezethez | 186 |
| 10. | A tudományos kutatás szerkezetének felderítése: az együttidézési klasztertechnika | 189 |
| 10.1 | A tudomány fejlődési göcai | 191 |
| 10.2 | A hivatkozási-idézeti kapcsolat és az együttidézés | 192 |
| 10.3 | Az együttidézési klaszterek képzésének számítógépes technikája | 194 |
| 10.4 | A legintenzívebben művelt tématerületek jegyzéke | 198 |
| 10.5 | A tudományos kutatás térképei | 199 |
| | Irodalomjegyzék a 10. fejezethez | 201 |
| 11. | Függelék | 203 |
| 11.1 | A mérési eredmények hibái | 205 |
| 11.2 | A hatástényező hibája | 206 |
| 11.3 | A frissességi mutató hibája | 208 |
| 11.4 | Egyéb tudományometriai mérőszámok, mutatók hibái | 209 |
| | Tárgymutató | 211 |

Előszó

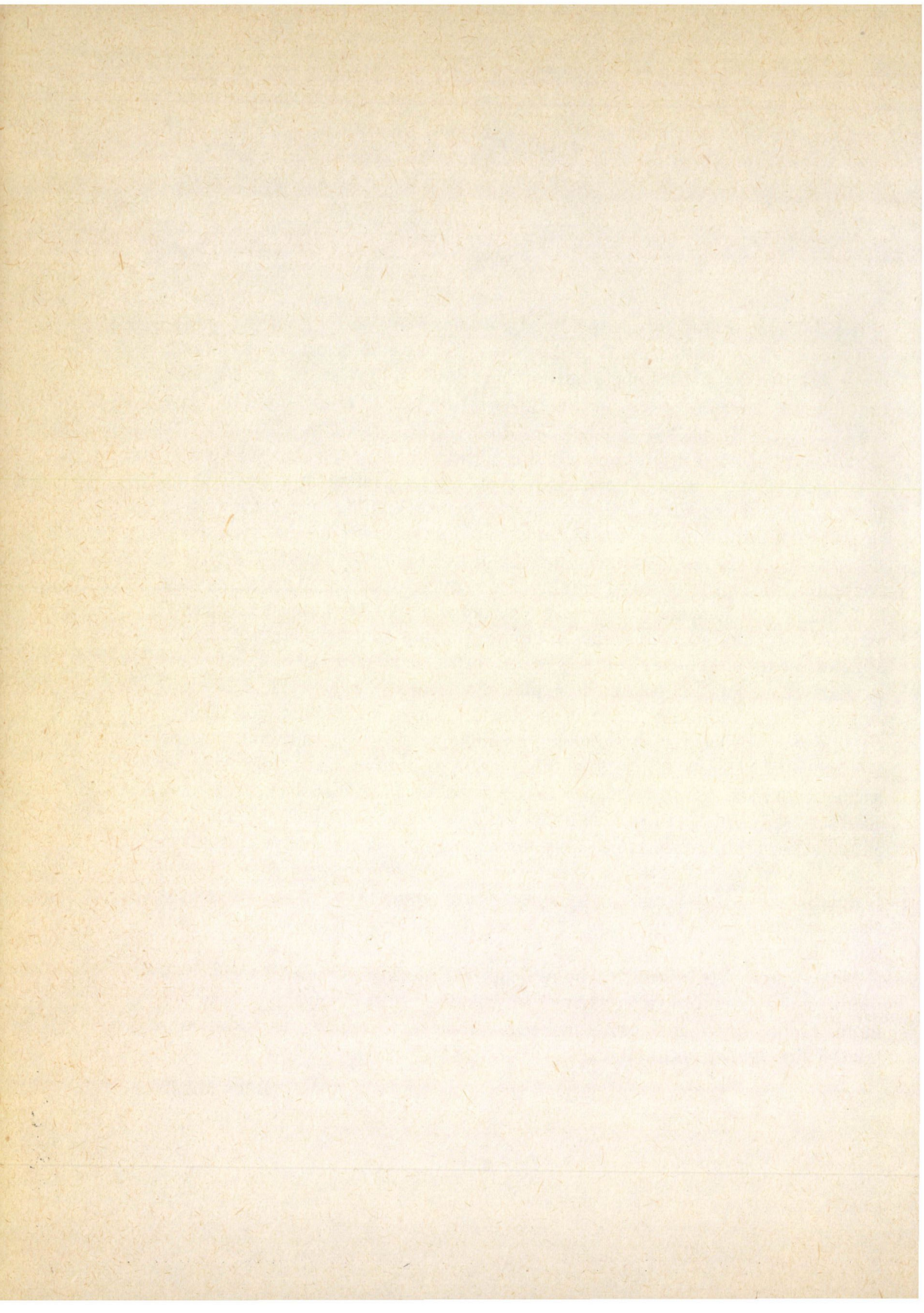
A bibliometria, különösképpen pedig a tudománymetria kifejezés sokakban még ma is megütközést kelt, vagy éppen heves ellenérzést vált ki. Mások pedig túlértékelik a tudománymetriai módszerek jelentőségét, elsősorban a tudományos teljesítmények megítélésével kapcsolatban és azt remélik, hogy e módszerek alkalmazása mindenféle szubjektív tényezőt megszüntet, és a tudománypolitikai döntéseknek teljesen objektív mennyiségi alapot nyújt.

E szélsőséges vélekedéseknek elsősorban a tájékozatlanság az oka. Pedig Magyarországon az elmúlt évtized során nemzetközileg is érdeklődést és elismerést kiváltó eredmények születtek a tudománymetriai kutatások terén, elsősorban a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárában, – a Szerző közreműködésével is – folyó munka eredményeképpen. Az MTA Könyvtára Informatikai és Tudományelemzési Sorozatában már négy kötet is megjelent, melyek a legkülönbözőbb kérdések beható vizsgálatával foglalkoznak, kettőt közülük pedig idegen nyelvekre is lefordítottak. A hazai kutatások színvonalát jelzi az is, hogy e tudományterület reprezentatív folyóirata, a *Scientometrics* is az Akadémiai Kiadó és az Elsevier közös kiadásában jelenik meg.

Mindmáig nélkülöztük azonban a bibliometria és a tudománymetria alapjait rendszeresen tárgyaló munkát, mely lehetővé teszi, hogy minden hazai érdeklődő magyar nyelven ismerhesse meg az alapelveket és azok alkalmazásait. Bujdosó Ernő munkája ezt a hiányt pótolja. E könyv kiválóan alkalmas arra, hogy mindazok, akik akár tudományos eredmények „termelésével”, akár pedig azok elterjesztésével, vagy éppenséggel értékelésével foglalkoznak, átfogó képet kapjanak a bibliometria és tudománymetria valamennyi fontos kérdéséről, a lehetőségekről, a nehézségekről és a korlátokról.

Meg vagyok győződve arról, hogy Bujdosó Ernő könyve jelentős segítséget nyújt mind a hazai könyvtárakban mind a kutatóhelyeken dolgozók munkájához, hozzájárul egy korszerűbb információ szerzési és tudatosabb közlési stratégia kialakításához.

Beck Mihály



A szerző előszava

A tudományos könyvtárakban dolgozó könyvtárosok és információs szakemberek elsődleges feladata a kutatás és fejlesztés információval való ellátása. Ennek a feladatnak magas szinten csak akkor tudnak eleget tenni, ha ismerik könyvtárukban, továbbá a tudományos kutatásban és fejlesztésben ható objektív törvényeket, és maguk is „méretet” tudnak venni könyvtárukról, a tudományról, illetve annak szakterületeiről. Ezen objektív törvények tanulmányozására elsősorban a statisztika módszerei adnak lehetőséget. A *bibliometria* Pritchard megfogalmazásában matematikai és statisztikai módszerek alkalmazása könyvekre és más kommunikációs közegekre míg Nalimov szerint *tudományometriának* nevezzük azokat a mennyiségi módszereket, amelyek az információs folyamatként értelmezett tudomány vizsgálatával foglalkoznak. Érthetően sok szerző e két megnevezést még ma is szinonimaként használja, mivel azokat nem a módszerük, hanem alkalmazásuk tárgya és célja különbözteti meg. A bibliometria az információhordozó közegeket, a könyveket, folyóiratokat stb. tárgyi dokumentumokként kezeli és fő célja a könyvtárak, gyűjtemények, szakirodalmi szolgáltatások működésének elemzése a szakirodalmi ellátás javítása érdekében. A tudománymetria a szakirodalmi információ keletkezésének, terjedésének és felhasználásának mennyiségi törvényszerűségeit vizsgálja a tudományos kutatási tevékenység mechanizmusának felderítése céljából. Mivel a természettudományos kutatásban kialakult módszerek térben és időben egységesebbek és általánosabbak, mint például a társadalomtudományokban, érthető, hogy ez a fiatal és fejlődőben levő tudományág elsősorban a természettudományokban nyert polgárjogot.

E munka írásakor a pragmatikus szempontok vezettek. Az ismeretek tárgyalása és elmélyítése mellett igyekeztem bemutatni és szemléltető példákkal illusztrálni a gyakorlati alkalmazás lehetőségeit. A metodikai útmutatások segítséget igyekeznek nyújtani az olvasónak a saját vizsgálatai elvégzéséhez, illetve azok értelmezéséhez. A könyv anyaga az ELTE Könyvtártudományi Tanszéke Kiegészítő Információs Szak hallgatóinak előadási jegyzeteként szolgált.

A szerző köszönetét fejezi ki Beck Mihály akadémikusnak, a Kossuth Lajos Tudományegyetem Fizikai-Kémia Tanszéke vezetőjének, Dr. Horváth Tibornak, az Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum főigazgató helyettesének, az ELTE Bölcsészstudományi Kar Információs Tagozat vezetőjének, Braun Tibor c. egyetemi tanárnak, az MTA Könyvtára igazgatóhelyettesének és Dr. Schubert Andrásnak az MTA Könyvtára Tudományelemzési Osztálya vezetőjének a kézirat átolvasásáért, értékes tanácsaikért és megjegyzéseikért, továbbá Dr. Rózsa Györgynek, az MTA Könyvtára főigazgatójának, aki lehetővé tette e munka megjelenését.

Budapest, 1985. szeptember hó.

1. Bevezetés és alapfogalmak

1.1 A bibliometria és a tudománymetria kialakulása, tárgya és módszere

Az a gondolat, hogy az egyes szakterületek irodalma ugyanolyan rendszeres kutatásnak vethető alá, mint bármely fizikai vagy biológiai jelenség, több mint 60 éves múltra tekinthet vissza. A legelső ilyen típusú közleményben Cole és Eales¹ 1917-ben az összehasonlító anatómia tárgykörében 1543 és 1860 között megjelent dolgozatokat számlálták össze.

A szerzőket az érdekelte, hogy miként mérhető a különböző országok viszonylagos hozzájárulása az anatómia fejlődéséhez három évszázad során. Vizsgálataik világosan megfogalmazott célja annak megállapítása volt, hogy mely állatcsoportok, s az anatómia milyen problémái kötötték le a kutatók érdeklődését, valamint az, hogy miként nyilvánult meg a korabeli események hatása az anatómiai gondolkodás alakulásában. Megpróbálták elkülöníteni, s egyenként ábrázolni minden európai ország teljesítményét. Eredményüket így summázták: ... „lehetségesnek látszott az anatómiai kutatásokat végző testületek tevékenységének, az egyes országok időszakról-időszakra változó viszonylagos fontosságának és a tárgykör felbontásának geometriai ábrázolása”.

Cole és Eales¹ tudatában voltak módszerük korlátainak. Megjegyezték, hogy „egy ábra csak numerikus értékeket tüntet fel, s ez önmagában is már súlyosan félrevezető lehet. Csupán a számok alapján 50 kérészerű cikk szerzője fontosabbnak tűnhet, mint William Harvey, aki mindössze két igen jelentős közleménnyel szerepel. Elengedhetetlen tehát, hogy az ábrából levont következtetéseket a tanulmány tárgyát képező irodalom tükrében ellenőrizték.”

Cole és Eales cikkét számos hasonló vizsgálatról szóló közlemény követte. Ezek már kitértek más szakterületek és diszciplínák tanulmányozására is, egyben felbukkannak ennek az új módszernek, vagy inkább alakuló szakterületnek a különböző elnevezései is.

1923-ban találkozunk először a „*statistical bibliography*” kifejezéssel Hulme² könyvének címében, amely a szekundér irodalom statisztikai analiziséből a modern civilizáció fejlődési irányaira kívánt következtetni.

A könyvtári statisztika megjelölésére tűnt fel a „*librametry*” szó, amely azonban nem vonult be a köztudatba.³

1969-ben Pritchard a *Journal of Documentation* c. folyóiratban megjelent egyik cikkének címében a „*statistical bibliography*” megjelölésre elsőként használta a „*bibliometry*” szócskát.⁴ Pritchard e fogalmat így határozza meg: „a bibliometria célja, hogy fényt derítsen az írott formában jelentkező kommunikáció folyamatára, felvilágosítást adjon az egyes szakterületek természetéről és pályájáról azáltal, hogy az írott kommunikáció különböző vonatkozásait numerikusan megragadja és elemzi.” Rövidebb megfogalmazásban: a bibliometria a matematikai statisztika módszereinek alkalmazása könyvekre és a kommunikáció egyéb közegeire. Éppen napjainkban lehetünk tanúi a matematikai módszerek benyomulásának számos tudományágba. Ezt a „metria”, a mérést jelentő szócska hozzáfűzése jelzi. Ilyenek például az egyes diszciplínákban önálló életet kezdő alterületek mint az archeológiában az archeometria, a biológiában a biometria, az ökonómiában az ökonometria, a pszichológiában a pszichometria, a szociológiában a szociometria, stb.

A bibliometria kifejezést néha olyankor is használják, amikor egy tudományágot vagy egy tudományos tevékenységet vizsgálnak a tudományos közlemények elemzése alapján a cikkek hivatkozásainak és a kapott idézeteinek tükrében.*

Ami az elnevezéseket illeti megjegyezzük, hogy 1979-ben Nacke^{2 4} felvetette az „*informetria*” kifejezést, mint az informatika matematikai aspektusainak tanát. A tudománymetriával való átfedései miatt elfogadása vitatott.

A *tudománymetria* kifejezést Vaszilij Nalimov⁵ vezette be 1969-ben megjelent „*Naukometrija*” c. könyvének címeként, amelyben körvonalazta e diszciplína tárgykörét. A tudomány időben előrehaladó folyamat, s mint ilyen, kvantitatív jellegű vizsgálatnak vethető alá éppen úgy, mint a biológia, a kémia, vagy fizika időtől függő folyamatai. Fenomenológiai szempontból – mondja Nalimov – a tudomány alapvetően új információk felkutatását célozza. E folyamat kumulatív és kollektív jellegű: minden tudományos eredmény bizonyos mértékig a már korábban lefektetett elvekre épül. Új tudományos eredmények a korábbiak újraelemzése, s továbbfejlesztése révén keletkeznek. A tudomány önszervező rendszer, melynek fejlődését információáramlásai vezérlik. Nalimov szerint tudománymetrián mindazok a kvanti-

*Megjegyezzük, hogy a magyar nyelvű tudománymetriai irodalomban bevált gyakorlat szerint egy adott cikk hivatkozásainak a cikk irodalomjegyzékében felsorolt bibliográfiai tételeket nevezzük (references), míg ugyanezen cikk idézetei (citations) a más cikkekben a szóbanforgó cikkekre vonatkozó bibliográfiai utalások. Míg bizonyos összefüggésekben a két kifejezés felcserélhető – hiszen minden hivatkozás egyben egy másik mű idézete, más esetekben a különbség kulcsfontosságú.

tatív módszerek értendők, amelyekkel az információs folyamatként értelmezett tudomány vizsgálható. E megközelítés kibernetikai jellegű. Ismeretes, hogy a rendszerek az őket vezérlő információ-áramlások megfigyelése révén is tanulmányozhatók.

A tudománymetria megalapítójának Derek de Solla Price-t tekinthetjük, aki 1963-ban adta közre a „Little Science – Big Science” címmel, Brookhavenben, a híres atommagkutató központban tartott előadásait. A könyvet azóta sokszor kiadták és több nyelvre lefordították. Magyarul 1979-ben jelent meg „Kis tudomány – nagy tudomány” címmel az Akadémiai Kiadó gondozásában.⁶

Megemlítjük, hogy a tudománymetria két nagy alakja közül Nalimov a Moszkvai Állami Egyetem professzora matematikus, Price a Yale Egyetem tanára pedig tudománytörténettel foglalkozó fizikus (meghalt 1983-ban).

Derek de Solla Price írja „Kis tudomány – nagy tudomány” c. művének előszavában: „Célom nem az, hogy a tudomány tartalmi vagy bármely más vonatkozásait a társadalomtudomány szemszögéből elemezzem. Inkább a tudomány szokásos megközelítéseire kívánnék rávilágítani, azáltal, hogy külön-külön bonckés alá veszem a tudományt taglaló összes tudományos igényű elemzést. Miért ne alkalmaznánk a tudomány saját vizsgálati eszközeit magára a tudományra? Semmi akadály, hogy méréseket végezzünk, általánosítsunk, hipotéziseket állítsunk fel és következtetéseket vonjunk le!

Megközelítésünk módja abban áll, hogy a matematikai részletek mellőzésével statisztikai módszereket alkalmazunk a tudomány különböző dimenzióinak mérésére, a tudomány nagybani viselkedését és növekedését szabályozó törvények felkutatására. Nem arról lesz tehát szó, miként születtek a tudományos felfedezések, hogyan hasznosítják ezeket, egymással hogyan függnek össze. Nem lesz szó konkrét tudósokról sem. Mindezek helyett a tudományt mérhető szubsztanciának tekintve arra teszünk kísérletet, hogy nemzeti és nemzetközi síkon egyaránt használható számítási eljárást fejlesszünk ki a tudományos munkaerő, a tudományos szakirodalom, a tehetség, s a tudományra fordított kiadások vizsgálatára.

Módszerünk a termodinamikának arra az eljárására emlékeztet, amellyel a gázok viselkedését vizsgálják eltérő hőmérsékleti és nyomásviszonyok mellett. Nem arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy bizonyos gázmolekula adott időpontban hol tartózkodik s mekkora a sebessége. A teljes halmaznak csak egy átlagolt leírására törekszünk, amelyben az egyes molekulák különböző sebességgel repülhetnek, helyük a véletlentől függ, a mozgás iránya molekulánként más és más. Az egyedi vonatkozásokat figyelmen kívül hagyó ilyen átlagolás alapján a gázról, mint egészről hasznos felvilágosítások nyerhetők.”

(Megjegyezzük, hogy a termodinamikának ezt a tárgyalásmódját statisztikus termodinamikának nevezzük).

Azért idéztük ilyen részletesen Price gondolatait, mert úgy véljük, hogy ezekben jut először világosan kifejezésre a tudomány mérésére, a tudomány „kvantifikálására” irányuló törekvés, amely a tudománymetria néven ismert diszciplína kialakításához vezetett.

A tudomány kvantifikálása? Furcsa fogalom, mondhatja az olvasó, Hát nem történt meg már réges-régen a természettudomány kvantifikálása? Való igaz, változó mértékben ez már megtörtént, s ezért a tudománymetria tárgya nem magának a természettudománynak a „kvantifikálása”, hanem e *tudományok tudományának* kvantitatív szempontból való vizsgálata, ami még túl fiatal diszciplína ahhoz, hogy saját kvantifikálását elvégezhesse volna.

A *tudomány tudománya*, mint önálló szakterület, nagyon lassan alakult ki azután, hogy Bernal „The Social Function of Science” (A tudomány társadalmi szerepe) című munkája 1939-ben megjelent.⁷ Bár korábban is történtek kísérletek arra, hogy elemezzék a tudományt és a tudományt jellemző mutatókat,^{1,2,8} azonban Nalimov és mások Bernal munkáját tekintik fordulópontnak a tudánypolitikai elemzésben.⁵ A második világháború után sokkal nagyobb figyelmet szenteltek a tudománytörténetnek és a szociológiának, mint korábban. Amint ezek a szakterületek kifejlődtek, művelők egyre inkább mérni kezdték a tudományos tevékenységet. A kvantitatív tanulmányok növekvő száma szükségszerűen a tudománymetria kialakulásához vezetett. A tudománymetriának számos definíciója ismeretes, mint például: „a tudományos és technikai haladás mérésének tanulmányozása”.⁹ Beck Mihály akadémikus, a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Fizikai Kémiai Tanszékének vezetője, „a tudományos tevékenység, termelékenység és haladás mennyiségi értékelésének és összehasonlításának” nevezi.¹⁰ Kissé kötetlenebb szavakkal Malin úgy fogalmazta meg, hogy „a tudománymetria részben számadatokat falo módszerek alkalmazása a tudomány tudományának tanulmányozására.”¹¹ A definíciók azonban egyértelműen a vizsgálat *mérés* jellegét és számadatokkal történő leírását hangsúlyozzák.

A tudománymetriai kutatásoknak széles körű alkalmazási lehetőségei vannak. Az államvezetés és a kutatásirányítás kifejezésre juttatták, hogy „a tudományos növekedés kvantitatív megismerésének alkalmazása a tudomány irányításban” érdeklődésükre tart számot.¹² A tudományos mutatók felhasználásával próbálkozások történnek annak becslésére is, hogy a különböző országokban milyen a tudomány relatív „egészségi állapota.”¹³ Végül, a tudománymetria felhasználható arra is, hogy segítséget nyújtson a nemzet-

nek annak eldöntésében, hogy a kutatás mely területeit részesítsék kiemelt anyagi támogatásban.

1.2 A tudománymetria fejlődését tükröző fontosabb publikációk és folyóiratok

A tudomány méréséről és számszerűsítésről az 1930-as évektől az 1960-as évek elejéig csak szórványosan jelentek meg cikkek. Azonban, mint Merton rámutat, két esemény jócskán hozzájárult az e területen végzett munka felgyorsításához.¹⁴ Az Institute for Scientific Information (Philadelphia) megindította a *Science Citation Index* sorozatot, mely „nyersanyagot” biztosított az ilyen jellegű tanulmányokhoz, valamint 1963-ban megjelent de Solla Price (Yale Egyetem) „Science Since Babylon” (A tudomány Babylon után) című könyve.¹⁵ A „Diseases of Science” (A tudomány betegségei) című fejezetben Price, az elmúlt 300 év tudományos közleményeinek fejlődésmenete alapján a tudomány növekedésére néhány matematikai modellt dogozott ki. Price maga is emlékeztet rá a „Babylon” egy későbbi kiadásában, hogy ez a könyv a „Little Science, Big Science” (Kis tudomány, nagy tudomány)⁶ cíművel együtt, kiszélesítette ezt a munkát és a kutatói cikkek olyan sorozatát indította el, mely a folyóiratok, közlemények, szerzők és idézetek számlálásán alapuló, számos különböző kvantitatív vizsgálatot tárt fel. Szinte egyik napról a másikra konferenciákat kezdtek rendezni a bibliometria és a tudománymetria tárgyköréből és megjelentek az e területekkel kapcsolatos bibliográfiák is. Price az 1960-as és 70-es években is folytatta úttörő munkáját ezen a területen. 1971-ben Menard (Californiai Egyetem, San Diego) „Science: Growth and Change” (A tudomány: növekedés és változás) című kötetében¹⁶ kibővítette Price munkáját.

Rabkin (Montreali Egyetem) szintén azon a véleményen van, hogy Price munkája lendületet adott a tudománymetria tanulmányozásának a Szovjet-unióban is.¹²

Az 1960-as évektől kezdve a Szovjetunióban a tudomány kvantitatív vizsgálata lényegében Derek de Solla Price-nak a tudomány növekedésének vizsgálatára irányuló kutatásai hatására fejlődött. Price munkája felkeltette Nalimov (Moszkvai Egyetem) és Dobrov (Ukrán Tudományos Akadémia) figyelmét is.^{5,34} Griffith (Drexel Egyetem) szerint „habár a kutatók, közlemények, vagy a tudományos ismeretanyag áramlásával, cseréjével foglalkozó tényezők számszerű figyelése már legalább az 1920-as években elkezdődött, Price-nak 1965-ben megjelent „Network of Scientific Papers” (A tudományos dolgozatok hálózata) című cikke kulcsfontosságú volt.

Ebben történik meg először egy határozott tudományos modellnek a nyers adatokkal való összekapcsolása és az eredmények meglepően elegánsak és értelmeseek”.¹⁷

A tudománymetria irodalmának növekedése rohamos. Már 1978-ban közel 600 volt egyik területével, az idéztelemzéssel foglalkozó cikkek száma. Hjerpe bibliográfiája (Bibliography of Bibliometrics and Citation Indexing and Analysis) 1980-ban már 2032 tételt sorol fel.

A National Science Board (Nemzeti Tudományos Testület) először 1972-ben jelentette meg „Science Indicators” (Tudományos mutatók) című kiadványát, amely kétévenként kerül kiadásra és nagy mennyiségű statisztikai információt ölel fel.¹⁹ Kinyilvánított célkitűzése, hogy számszerű képet adjon a kutatás helyzetéről az Egyesült Államokban. A „Tudományos mutatók”-ban feldolgozott adatok zöme táblázatok és ábrák formájában, valamint grafikus ábrázolásban kerülnek bemutatásra. A mű kitűnő nyersanyagot nyújt amelyből következtetések vonhatók le a tudomány jövőbeni helyzetére és állapotára vonatkozóan. Robert Wright, a National Science Foundation (Nemzeti Tudományos Alap) tudományos mutatókkal foglalkozó részlegének vezetője rámutat, hogy a „Tudományos mutatók” első megjelenése után az Egyesült Államok kormánya 50 millió dollárral növelte az egyetemeken folytatott alap kutatásokra fordítandó anyagi támogatás összegét.

A tudományos mutatókról mélyreható kritikai elemzést olvashatunk a „Toward a Metric of Science: Advent of Science Indicators” (Út a tudomány mérése felé: a tudományos mutatók bevezetése) című munkában.²¹ A kötet alapjául egy 1974-ben, a kaliforniai Stanfordban, a Magatartástudományi Kutató Központban megrendezett konferencia szolgált amely a tudományos mutatókkal kapcsolatos témák széles skáláját tartalmazta.

„Evaluative Bibliometrics: The Use of Publication and Citation Analysis in the Evaluation of Scientific Activity” (Értékelő bibliometria: a publikációk és idézetek elemzésének felhasználása a tudományos tevékenység értékelésére) című munkájukban Narin és a Computer Horizons, Inc. vezető munkatársai a Nemzeti Tudományos Alap számára összegezték a közlemények és idézetek mérésén alapuló értékelés pillanatnyi helyzetét.²²

Néhány kísérlet történt arra is, hogy megpróbálják összefoglalni azokat a tudománymetriai kutatásokat, melyek eredménye eddig publikálásra került és, hogy meghatározzák ezek fő irányvonalait. Gilbert és Woolgar (Yorki Egyetem, Szociológiai Tanszék) 1974-ben a *Science Studies*-ban megjelent összefoglaló munkájukban például két különböző módszert jelölnek meg, amelyeket a tudomány növekedését számszerűsítő tanulmányokban használnak.²³ Az első módszer a rendelkezésre álló adatokat veszi alapul, majd

tetszés szerint választ hozzájuk illő leírást, rendszerint matematikai függvény formájában. A jövőbeni növekedésre vonatkozó előrejelzések ezután extrapolálással nyerhetők. A másik módszer a tudományban tapasztalható valamilyen társadalmi folyamattal kapcsolatos hipotézis felállításával kezd, mely vagy szociológiai kutatásokon, vagy intuíción alapul. A hipotézis következményeit ezután kifejtik és ez a folyamat gyakran matematikai függvény megformulázását eredményezi.

A tudományometriai irodalomról egy másik összefoglaló munka 1977-ben jelent meg Moravcsik (Elméleti Tudományok Intézete, Oregoni Egyetem) tollából „A Progress Report on the Quantification of Science” (A tudomány kvantifikálásának újabb eredményei) címmel.¹³ Moravcsik megjegyzi, hogy a tudományometriai kutatói számszerűsíteni tudják mindazt, ami a tudomány gépezetébe betáplálásra kerül, és azt is, ami abból termékként kikerül. A betáplálásra kerülő tényezők közül elsődleges fontosságúak a munkaerő és a pénz. Másodlagosak például a megépített laboratóriumi épületek száma, vagy a kutatók által felhasznált komputer gépidők, stb.

A tudomány gépezetéből kikerülő termékek inkább alkalmasak a tudományometriai vizsgálatokra. Ilyen jellegű adat például: a publikáló szerzők száma, földrajzi eloszlásuk, az egyes években produkált közleményeik száma, az egyes közlemények vagy egy szerzők által kapott idézetek száma.

Moravcsik cikkének megjelenésétől eltelt időben sem pangott a munka a tudománymetria területén. A tudomány növekedésének, a tudományos kommunikációs tevékenységnek számos aspektusa megérett a vizsgálatra.

Az ezen a területen dolgozók számára sokáig probléma volt, hogy csak nehezen találhattak olyan folyóiratot, amelyben tudományometriai tanulmányaikat közölhetnék volna. Tudományometriai cikkek a *Science*-től és *Nature*-től kezdve a *Journal of Documentation*-ig, a *Social Studies of Science*-ig, az *American Sociological Review*-ig, az *American Psychologist*-ig, és a *Journal of the American Society for Information Science*-ig bezárólag különféle folyóiratokban jelentek meg, hogy csak néhányat említsünk. Ezen terület irodalma a gyorsan növekvő területekre jellemző, amelyek előbb vagy utóbb létrehozzák saját folyóirataikat. 1978 szeptemberében megjelent egy új folyóirat a *Scientometrics*, az Akadémiai Kiadó és a Holland Elsevier Tudományos Kiadó közös kiadásában.

A tudomány mérésének, kvantifikálásának kérdése nemcsak az iparilag fejlett országokban, hanem a világ fejlődő területein is fontos témává vált. A közvélemény mindenütt a szűkösen rendelkezésre álló kutatási ráfordítások jobb hasznosítását követeli. A tudománymetria olyan természetű kvantitatív adatokkal szolgálhat, amelyeket a döntések hozásában felhasználhatnak.

A tudományometriai kutatások hazánkban a hetvenes évek közepén

indultak meg. A vizsgálatok három fő terület köré csoportosíthatók, nevezetesen, egyes (főleg kémiai, fizikai) szakterületek tudománymetria felmérése, a tudományos teljesítmények mérésének problémája, a tudománymetria mutatószámok kifejlesztése és a hazai természettudományos kutatás „egészségi állapotának” vizsgálata ezek tükrében.

A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára 1981-ben indította az „Informatika és Tudománymetria” című sorozatát, amelyben 1984 végéig négy kötet került kiadásra.^{3 2, 2 5, 3 3, 3 5}

1.3 A tudománymetria mint a tudomány fejlődésének információs modellje

Amint azt már korábban említettük, a tudománytan megalapítójának J. D. Bernal professzort tekinthetjük 1939-ben kiadott könyve alapján.⁷ Annak ellenére, hogy mint önálló tudományág csupán néhány évtizedes múltra tekint vissza, a modellek széles skáláját alakította ki, amelynek a tudomány fejlődési folyamatainak tanulmányozását teszik lehetővé.⁵ Ezek közül most bemutatunk néhány modellt.

1. *Logikai modell.* A tudományt mint a gondolatok logikai fejlődését vizsgálja. A modern tudomány bonyolult rendszert alkot. A logikai modellnek meg kell oldania ennek a bonyolult rendszernek az osztályozását, amely a történeti és logikai egység elvéből kell, hogy kiinduljon.

2. *Ismeretelméleti modell.* A tudományos kutatás módszertanának vizsgálatával foglalkozik. Ilyenek pl. a matematikai bizonyítás, a hipotézis, a kísérlet, a kísérletek eredményeinek elemzése.

3. *Gazdasági modell.* A tudomány és az adott ország gazdasági fejlődésének kölcsönhatását vizsgálja és értékeli a tudományos kutatások hatékonyságát.

4. *Politikai modell.* A tudomány és a politikai elméletek közötti kölcsönhatásokat, valamint a tudományos potenciál és az ország tekintélye, védelmi ereje között levő kapcsolatokat vizsgálja.

5. *Szociológiai modell.* A kutatókat mint szociológiai csoportot tekinti. Vizsgálja az ezen belül kialakult mikrocsoportok, valamint az egyén közötti kölcsönhatásokat a tudósok nemzetisége, életkora, képzettsége, tudományos fokozata, tudományos kitüntetései (pl. Nobel és egyéb díjak) stb. függvényében.

6. *Demográfiai modell.* A tudományos potenciált demográfiai kérdések tükrében vizsgálja. Foglalkozik a tudományos közösségek életkorával, előregedésével.

7. *Pszichológiai modell.* A tudományos alkotás, a kutatók pszichológiájával foglalkozik.

8. *Rendszertechnikai modell.* A tudományt mint kibernetikai rendszert tekinti. Célja a tudományos kutatások optimális szervezésének vizsgálata, módszere az operációkutatás.

9. *Információs modell.* A tudományt önszervező rendszernek tekinti, amelyet az információs-kommunikációs áramlások irányítanak. A tudomány fejlődését az információáramlás fejlődésén keresztül vizsgálja. A tudomány-metria elsősorban az írott tudományos eredményeket, azaz a publikációkat, ill. a vizsgálatok, adatok, gondolatok stb. disszeminációját, valamint ezen jelzések vételét és reflexióját, a tudományos idézeteket dolgozza fel a matematikai statisztika módszereivel. Ahhoz, hogy megérthessük a tudománymetria teljesítőképességét és a kapott eredmények megbízhatóságát, fel kell tárnunk, hogy mit jelent és hogyan jelentkezik a tudományos közlemény, a publikáció a tudományos kutatások különböző típusaiban és a fejlesztésben.

1.4 Alapkutatás, alkalmazott kutatás és fejlesztés

Az *alapkutatás* az objektív világ jelenségeinek megfigyelésére és megismerésére, a természeti és társadalmi jelenségek belső összefüggéseinek, valamint törvényszerűségeinek feltárására irányuló kutatás, amelynek célja új tudományos ismeretek szerzése, új kutatási területek felfedezése.³¹ Az *alapkutatás* az információ bővített újratermelése azaz az információ begyűjtése, rendszerezése, feldolgozása és az újratermelt információ terjesztése. A társadalomtudományi kutatások területén ide sorolandó az emberi és társadalmi törvények, hipotézisek, elvek felfedezése vagy továbbfejlesztése.

Az *alkalmazott kutatás* elméleti vagy kísérleti kutató tevékenység, amelynek célja konkrét eljárások, technológiák és módszerek kidolgozása, anyagok vagy szerkezetek előállítása, a gyakorlat által felvetett problémák közvetlen megoldása (pl. ismert hazai, vagy külföldi tudományos eredmények felhasználásával, ill. ismert tudományos eredmények alkalmazási lehetőségeinek keresése révén). Az alkalmazott kutatások tulajdonképpen az alapkutatások eredményei alkalmazhatóságának vizsgálatát szolgálják.

Társadalomtudományi kutatások területén az alkalmazott kutatás gyakorlati szempontok felé irányul azzal a céllal, hogy megvilágítson, vagy előkészítsen döntéseket, intézkedéseket, különleges emberi, vagy társadalmi problémák és helyzetek megoldása érdekében.

Fejlesztés (kísérleti fejlesztés) az alapkutatás és alkalmazott kutatások hazai vagy külföldi eredményeinek gyakorlati hasznosítására, egy-egy konk-

rét termelési cél (új anyagok, termékek, szerkezetek, módszerek és eljárások létrehozására, ill. mindezek továbbfejlesztésére) elérésére irányuló tevékenység, ideértve a prototípusok, próbaberendezések stb. kidolgozását, valamint azok kipróbálását. A kísérleti fejlesztés a termelővállalatok kutatóhelyeinél az adott szervezetben, vagy másutt kidolgozott alkalmazott kutatások eredményeinek hasznosítására irányuló – nem rutinszerű munkát igénylő – gyártmányfejlesztés, ill. gyártás (technológiai) fejlesztés formájában jelentkezik.

Társadalomtudományi kutatásoknál – a jelenlegi statisztikai gyakorlat szerint – ez a tevékenységtípus nem jelölhető, de létezik. Az alkalmazott kutatás lényegében az alapkutatás és a fejlesztés közötti átmenet, bizonyos ismérvei az alapkutatással, más ismérvei a fejlesztéssel azonosak.

Az alapkutatás önmagában többszörösen is visszacsatolt rendszer. Nagy hatású eredményekhez vezethet úgy is, hogy azoknak nincs alkalmazásuk a fejlesztésben, vagy a termelésben (pl. egy új elemi részecske felfedezése, egységes térelmélet kialakítása stb.), míg az alkalmazott kutatás és fejlesztés nem választható el a termeléstől.

Az alap, alkalmazott kutatások és fejlesztés hatása általában négy csoportba sorolható:

1. *Tudományos vagy informatív hatás:* az alapkutatások, vagy a társadalomtudományi elméleti kutatások következménye. Kiindulópontjául szolgál újabb kutatások számára, bekerül az oktatás anyagába. Gazdasági hatása nem mérhető. Ide sorolható például egy új bolygó, egy elemi részecske felfedezése vagy egy kozmogóniai elmélet kidolgozása, amely nagy hatást gyakorol az emberi gondolkodás fejlődésére.

2. *Szociológiai hatás:* anyagi erővé válik a társadalom életében anélkül, hogy közvetlen gazdasági hasznot hajtana. Részt vesz a társadalom életének formálásában.

3. *Gazdasági hatás:* jelentkezik a nemzeti jövedelem emelkedésében, bizonyos esetekben az életszínvonalra is közvetlen hatással van.

4. *Honvédelmi hatás:* a hadiipari kutatások speciális jellemzője, ahol a hatás sajátos jellegű.

A tudománymetria, amely az informatikai modellre épül, csak ott alkalmazható, ahol az írott tudományos eredmény, a *publikáció* jelenti a kutatás, vagy annak valamely szakaszának a lezárását. Ilyen az alapkutatás és az alkalmazott kutatásnak a fejlesztéstől távolabb eső része. A fejlesztés ugyanis, amelynek eredménye és ismeret anyaga (know-how) maga is árutermék, nem jelenhet meg a tudományos szakirodalomban, csupán annak az általános, tudományos ismereteket tartalmazó, alapkutatási része. A tudományos termelés tehát mérhető az alapkutatás során létrejött tudomá-

nyos publikációk számával, az alkalmazott kutatás esetében pedig a kidolgozott és elfogadott szabadalmak számával. Nehezen mérhető azonban, hogy pl. egy kutatás, vagy kutatási eredmény mennyire járult hozzá a tudományos ismeretek továbbfejlesztéséhez, a tudományos haladás szolgálatahoz. Ennek értékelése sokszor csak bizonyos idő eltelte után végezhető el.

A kutatási eredmények mérésének és értékelésének világviszonylatban is legjelentősebb tendenciái – mint már említettük – az Egyesült Államokban körvonalazódtak, ahol 1972-től 2 évenként összeállításra és kiadásra kerül a „Science Indicators” című munka. Ebben kísérlet történik arra, hogy a kutatási tevékenység és a tudományos termelés mérhető adatait lehetőleg torzításmentes statisztikai mutatókká alakítsák, ezekből idősorokat képezve a tendenciák és trendek követésére használják. Szerepük lényegében a tudományos kutatás irányításában ugyanaz, mint a Statisztikai Hivatal által összeállított statisztikai adatoknak az ország, a nemzetgazdaság irányításában. Azóta ezeket a módszereket átvette és alkalmazza az OECD (Európai Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) titkársága, a francia, a japán és a holland kutatás-értékelés is. Hazánkban az 1982 év elején kutatás indult a tudományometriai mutatószámok kidolgozására a publikációk és idézeteik száma alapján. A megjelent kiadványok az MTA természettudományos kutatóhelyeinek publikációs tevékenységével^{2 5} és 32 ország természet-tudományos alapkutatásának összehasonlításával^{3 3, 3 6} kapcsolatban jelentek meg.

1.5 A tudományos kutatás és fejlesztés működésének mechanizmusa

A korábbiak ismeretében felvázolhatjuk a tudományos kutatásnak és fejlesztésnek mint „gépezeteknek” a működési mechanizmusát.

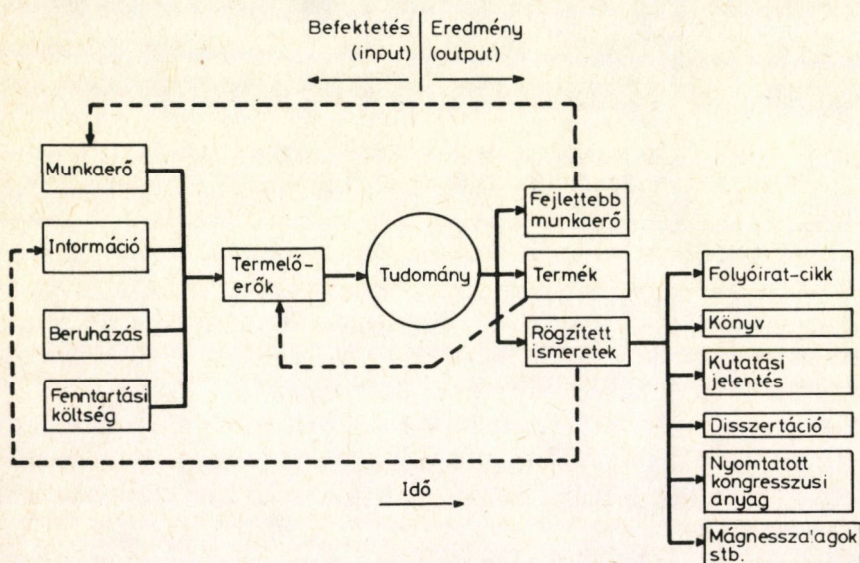
A tudományos tevékenység folyamatát cserekapcsolatok (input-output) jelenségeként foghatjuk fel (1. ábra). Ennek megfelelően elemeinek kvantifikálására törekszünk. Elsődleges befektetés (*input*) elem például az anyagi ráfordítás és a munkaerő. A másodlagos input elemeknek széles skálája kínálkozik, mint például az alkalmazott kísérleti berendezések értéke, az elhasznált vegyszerek mennyisége, vagy a felhasznált számítógépidők tartama, stb.

Az ábra *output* oldalán az eredmény jelentkezik, amely az alapkutatásnál a rögzített tudományos ismeret, fejlesztésnél pedig a termék. Az input és output minden tényezőjéhez hozzátartoznak a minőségi és mennyiségi jellemzők, pl. a munkaerő nyelvtudása, a közlemények megjelenési helye, nyelve, a beruházás amortizációja, stb.

A tudomány gépezetének működése időben és rekurzíve folyik. A működés sebességére minden egyes paraméter időbeli változása felvilágosítást adhat: mérhetjük a mennyiségi termelést akár a megjelent közlemények, vagy a tudományosan minősített munkaerők számával; a betáplálást akár az összes anyagi ráfordítással, vagy a foglalkoztatottak számával, feltéve, hogy a gépezet káros veszteségek nélkül működik, azaz nem jelentős pl. a fejlettebb munkaerő egy részének eltávovása termelésirányítási vagy adminisztrációs munkakörbe, vagy a betáplált eszközök és munkaerők nem-tudományos feladatokkal való ellátása.

A „fejlődés” fogalmát tehát az egyes tényezőknek az idő függvényében való változásaként foghatjuk fel. A paraméterek azonban nemcsak mennyiségi, hanem minőségi jellemzőket is tartalmaznak, mégpedig más és más súllyal. Így az időbeli növekedés különböző sebességű lehet az egyes tényezőkre vonatkozóan.

Az egyre nagyobb minőségi követelményeket támasztó paraméterek növekedési üteme sok esetben egyre kisebb. Például, a tudományos munkaerő létszámának növekedési sebességénél lassabban nő a kvalifikált munkaerő.^{3 2}



1. ábra.

A tudomány „működési mechanizmusának” egyszerűsített folyamatábrája

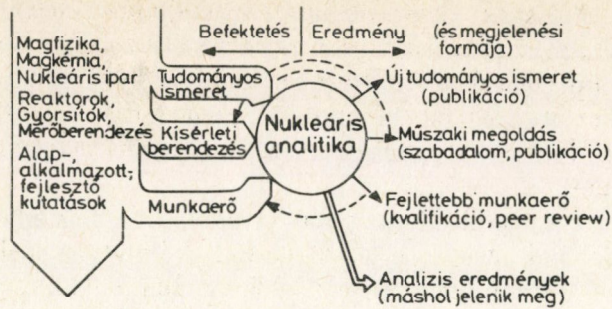
A tudomány általános „gépezetének” működéséhez hasonlóan egyes szakterületek működési mechanizmusa is megszerkeszthető. Ezek ismerete nagymértékben hozzájárul a szakterület hajtóerőinek, mozgatórugóinak megértéséhez. Tisztázza egyben a mérhető, valamint a megbízható mérési eredményt szolgáltató paramétereket. Erre a nukleáris analitika területéről mutatunk be példát.

Szinte nincs a természettudománynak olyan ága, ahol az anyagok kémiai összetétele ismeretének igénye ne lépne fel. Ezt az igényt az analitikai kémia elégíti ki. Fegyvertárának összeállítására felhasználja a fizika, a kémia és a biológia legújabb eredményeit.

Egyik új, dinamikusan fejlődő ága a nukleáris analitika, amely az atommagoknak a bombázó részecskékkel szemben tanúsított eltérő viselkedésén, ill. ennek mérésén alapszik.

A nukleáris analitika K+F működési mechanizmusát a 2. ábrán kíséreltük meg felvázolni. Az input, azaz az ismeret, a kísérleti berendezések és a munkaerő, egy főágnak, a nukleáris alapkutatásnak különböző leágazásai. A tudományos gépezet produktuma – az új ismeretanyag, a műszaki megoldás és a fejlettebb munkaerő – visszacsatolódnak a gépezet működésébe. A folyamat fő hajtóereje a főág balról-jobbra ható nyomása, továbbá a különböző tudományágakban, valamint kutató-fejlesztő tevékenység-típusokban felhasználható analitikai eredmények iránti szívóhatás. A hajtóerő hatásának, vagyis a tudományág fejlődésének mérésére lényegében bármelyik input vagy output adat felhasználható lenne. A gyakorlati alkalmazás fejlődését éppen az „analízis eredmények” ág jellemezné a legjobban, ez azonban önállóan a kísérleti fejlesztés miatt egyáltalán nem jelenik meg. Ezért az analitikai eredmények szolgáltatása és a publikált új tudományos ismeretek között kell valamilyen arányosságot feltételeznünk ahhoz, hogy a terület fejlődését mérhessük. A működési mechanizmus felderítésével tehát elkerülhetjük a hamis következtetések levonását, a tudománymetriai elemzéssel nyert adatok helytelen értelmezését. A nukleáris analitika kialakulása során ugyanis az alapkutatásból alkalmazott kutatás, majd kísérleti fejlesztés lett. Az út a jelenségek belső összefüggéseinek, törvényszerűségeinek feltárására irányuló kutatástól a konkrét technológiák kidolgozásán át az eredmények gyakorlati hasznosításáig, konkrét termelési cél elérésére irányuló tevékenységhez vezetett.

Igen hasznos ismereteket nyerhetünk az egyes szakterületekről, belső összefüggéseikről és hajtóerőikről, ha például a nukleáris analitikához hasonlóan megpróbáljuk felvázolni működési mechanizmusukat.



2. ábra.

A nukleáris analitika K+F működési mechanizmusa

1.6 A tudományos kutatói közösség és jellemvonásai

A tudományos kutatás eredményeinek rendszeres publikálása fordulópontot jelentett a tudomány történetében. Brookes szerint²⁶ a modern tudomány a tudományos folyóiratok létesítésével vette kezdetét 300 évvel ezelőtt. Azóta, a fáradtságosan, kézzel írt és a tudóstársakhoz küldött levelek helyett a rendszeresen megjelenő, avatott kezek által előállított folyóiratok szállítják a kutatás eredményeit a tudományos közösség tagjaihoz. A tudományos folyóiratok létesítése valószínűleg a tudomány történetének egyik legjelentősebb eredménye.²⁷

A tudományos információval és kommunikációval később részletesen foglalkozunk. Itt csupán az alapjait érintjük, hiszen a tudományos közösség bonyolult összefüggései nehezen lennének megérthetők ezen alaptevékenységek ismerete nélkül. Francis Crick szerint – aki 1962-ben kapott Nobel-díjat James D. Watson-nal és Maurice Wilkins-szel együtt a DNS szerkezetének felfedezéséért – „Communication is the essence of science”, azaz a kommunikáció a tudomány lényege.²⁸

A tudományos kutatási tevékenység, az eredmények terjesztése és értékelése, azok elismerése, illetve elismertetése a tudományos közösségben folyik. Az egyén tudományos érvényesülése, nagymértékben függ a szakértők (a „peerek”) véleményétől, hiszen eredményei szakmai értékét csak ők képesek lemérni. Ez az a közösség, amelyben el kell ismertetni az eredményeket. Gondoljunk csak arra, hogy milyen visszatetszést kelt a tudományos közösségben, ha valaki ettől eltérő módon és más fórumon keresi a tudományos érvényesülést. Erre a közösségre egy érdekes kettősség jellemző: a kutató keresi az egyenrangúak elismerését, aláveti magát a tudományos közösség ítéletének, bízván annak helyességében, ugyanakkor

tart is a közösségtől, hiszen ennek tagjai versenytársai. Ez a kettősség hozza létre azt a kritikai légkört, amely a fejlődést szavatolja.²⁹

A tudományos kutatói közösség egy „láthatatlan kollégium” (invisible college). Ez az elnevezés visszanyúlik a XVII. századba, az Angol Királyi Társaságot hívták e néven. A „kollégium” kifejezés jelentette, hogy a tudósok olyan csoportjáról van szó akik – egy kollégium diákjaihoz hasonlóan – szövetséget képeznek, társadalmi és tudományos kapcsolatban állanak egymással. A „láthatatlan” jelző arra utalt, hogy ez a tagság nem volt leszűkítve valamilyen akadémiai környezetre, láthatatlan volt azok számára, akik nem voltak tisztában a XVII. század tudósaival és a tudomány szerkezetével. Price⁶ 1963-ban vezette be ezt a fogalmat a modern tudományban kialakult csoportok megnevezésére. Jelenti azon kutatók összességét, akik bár távoli földrészeken élnek, a kutatási területük összeköti őket, magukat a közösséghez tartozóknak vallják, azonos folyóiratokban publikálnak, azonos konferenciákat látogatnak, preprinteket és különlenyomatokat cserélnek, egymásnak meghívásokat eszközölnek stb. A láthatatlan kollégium minden kutatási területen létrejön, és gyakorlatilag minden valamire való kutató besorolható valamelyikbe. A láthatatlan kollégium a belső információ-áramlásán és a tagok összetartozása révén erőt ad az egymástól elszigetelten dolgozóknak és növeli hatékonyságukat.

A kutató fő törekvése új eredmények, összefüggések felfedezése, vagy régi ismeretek új elméletbe, rendszerbe tömörítése. Ahhoz, hogy ezek beépüljenek a tudomány ismeretanyagába, valamint újabb vizsgálatok kiindulópontját képezhessék, előbb ezt az „újat” a közösség tagjainak meg kell ismerniök, érteniök, erősíteniök és befogadniök. Ehhez, az *asszimiláció*hoz hasonlítható folyamathoz azonban az eredményeket nyilvánosan terjeszteni kell. A tudomány jelenlegi működési mechanizmusának tehát, az eredmények nyilvános terjesztése az egyik leglényegesebb jellemvonása.

A kutatási eredmények nyilvános terjesztésének a kutató szintjén működő mozgatórugói sokrétűek. Pszichológiai és szociológiai összetevői az új megismerésének esztétikai örömétől egészen „világi” törekvésekig terjednek. Ez utóbbiban talán leglényegesebb az a törekvés, hogy a kutató „láthatóvá” és elismertté tegye munkáját, ezáltal növelje saját szakmai és anyagi megbecsülését, intézményének, országának hírnevét.

Hogy senki ne jusson érdemtelenül előnyökhöz, a kutatási eredmények nyilvános terjesztésének rendszere egy önszervező, de nagyon szigorúan ellenőrzött társadalmi mechanizmust hozott létre. Lényege éppen az információáramlás: a kutató állandóan keresi a legfrisebb tudományos és műszaki információt, ugyanakkor saját vizsgálatainak eredményeképpen információt termel és azt igyekszik elterjeszteni. A terjesztés azonban

önmagában még nem elegendő, nem hozza meg az elismerést, amint azt Mantén nyíltan ki is mondja: „a tudományos információ publikálása nem azonos a nyilvános terjesztéssel”.³⁰ Ehhez a tudományos eredménynek a nyilvános terjesztés szigorú önszervező szabályainak megfelelően mások által előbb „szavatolttá” kell válnia. Ami pedig a kutató *eredetiségét* illeti – a nyilvános terjesztést csak akkor követi számára elismerés, ha az *prioritással* is párosul; azaz *elismerten* ő az első, aki az illető eredményt a hivatalos (formális), nyitott, ellenőrizhető, elismert csatornákon keresztül a nemzetközi tudományos közösség számára publikálja, és felismeri eredményének jelentőségét.

A tudományos közösség leglényegesebb tulajdonsága tehát az *interaktivitás*, a kutató kölcsönhatása a többi kutatóval a tudományos kommunikáció révén. Minden egyes kutató különböző pszichológiai tulajdonságokkal rendelkezik. Személyisége, stílusa, tapasztalatai, szokásai, szakmai felkészültsége döntő abban, hogy hogyan íté meg bizonyos helyzetet, hogyan fogja fel, értelmezi és asszimilálja saját kutatásainak eredményét. Ezek következtében például azonos laboratóriumi körülmények között kapott eredményeket két kutató különbözőképpen foghat fel, eltérő információként építhetik be ismeretanyagába és különböző célok elérésére használhatja fel. Amennyire érthető az emberi különbözőség, éppoly érthetetlennek tűnhet, hogy ezeknek nincs döntő befolyása a tudomány haladására. Valószínű, hogy éppen ezek az eltérések a tudományos megfigyelésben, rendszerezésben és értelmezésben nélkülözhetetlenek a tudomány haladása szempontjából.

A tudomány tehát önszervező kibernetikai rendszerként működik. Jellemzője a „szervezett szkepticizmus”, kételkedés minden új eredményben. Ezek elfogadása ellen ható erők nagysága szinte egyenesen arányos az eredmény „újdonosságával”. A tudomány beépített és intézményesített szkepticizmusa védte meg mindmáig a tudományos ismeretanyagot attól, hogy téves adatokat asszimilálva meggyengüljön és a fejlődés egy adott pontján összeomoljon.

Mindezeket átgondolva érthetjük meg, hogy az egységes tudományos ismeretanyag feltétele a provincializmustól mentes tudományos kutatói közösség a maga sajátos, néha érthetetlennek tűnő, de önnön törvényeinek engedelmeskedő viselkedésével.

Irodalomjegyzék az 1. fejezethez

1. F. J. Cole, N. B. Eales, The history of comparative anatomy. *Sci. Progr.*, 11 (1917) 578.
2. E. W. Hulme, Statistical Bibliography in Relation to the Growth of Modern Civilization. Butler and Tanner, London, 1923.
3. S. R. Ranganathan, Librametry and its scope, in: Subject analysis for document finding systems. Quantification and librametric studies. Management of translation service. Indian Statistical Institute, Bangalore, 1969. Documentation and Training Centre Annual Seminar 7, Vol. 1.
4. A. Pritchard, Statistical bibliography or bibliometry? *J. Doc.*, 25 (1969) No. 4., 348.
5. V. V. Nalimov, G. M. Mulcsenko, Tudománymetria. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. (Eredeti kiadás: Izd. Nauka, Moszkva, 1969).
6. D. de Solla Price, Kis tudomány – nagy tudomány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979. (Eredeti kiadás: Columbia Univ. Press, New York, 1963).
7. J. D. Bernal, The Social Function of Science. MIT Press, Cambridge, MA. 1967. (Első kiadása: 1939-ben).
8. E. S. Allen, Periodicals for mathematicians. *Science*, 70 (1929) 529.
9. B. Y. A. Brusilovsky, Partial and system forecast in scientometrics. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 12 (1978) 193.
10. M. T. Beck, Editorial statement. *Scientometrics*, 1 (1978) 3.
11. E. Garfield, Scientometrics comes of age. *Current Contents*, No. 46. (Nov. 12, 1979) 5.
12. Y. M. Rabkin, Review of „Naukometricheskie issledovania v khimii (Scientometric studies in chemistry)”, *Social Stud. Sci.*, 6 (1976) 128.
13. M. J. Moravcsik, A progress report on the quantification of science. *J. Sci. Ind. Res.*, 36 (1977) 195.
14. R. K. Merton, The Sociology of Science: An Episodic Memoir. Univ. Press, Carbondale, IL. Southern Ill. 1979.
15. D. deSolla Price, Science since Babylon. Yale Univ. Press, New Haven, CT, 1975.
16. H. W. Menard, Science: Growth and Change. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1971.
17. B. C. Griffith, Science literature – How faulty a mirror of science? *ASLIB Proc.*, 31 (1979) 381.
18. E. Garfield, Editorial statement. *Scientometrics*, 1 (1978) 5.
19. R. McGinnis, Science indicators 1976: A critique. *Social Indicators Res.*, 6 (1979) 163.
20. National Science Board, Science Indicators 1976. Report of the National Science Board. National Science Board Foundation, Washington, DC., 1977.
21. Y. Elkana, J. Lederberg, R. K. Merton, A. Thackeray, H. Zuckerman (Szerk.), Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators. Wiley, New York, 1978.
22. F. Narin, Evaluative Bibliometrics. The Use of Publication and Citation Analysis in the Evaluation of Scientific Activity. Computer Horizons, Cherry Hill, NJ., 1976.
23. G. N. Gilbert, S. Woolgar, The quantitative study of science: An examination of the literature. *Sci. Stud.*, 4 (1974) 279.
24. O. Nacke, Informetrie: ein neuer Name für eine neue Disziplin. *Nachr. Docum.*, 30 (1979) No. 6., 219.
25. A tudományos publikációs tevékenység mutatószámai az MTA természettudományi, műszaki orvostudományi és agrártudományi kutatóhelyein 1976–1980. MTA Könyvtára, Budapest, 1981. Informatika és Tudományelemzés sorozat 2. kötet.
26. B. C. Brookes, Aging in scientific literature. *J. Docum.*, 36 (1980) 164.
27. J. M. Ziman, Information, communication, knowledge. *Nature*, 224 (1969) 318.
28. Bujdosó E., Braun T., A publikálás és kommunikálás szerepe és jelentősége a korszerű természettudományos kutatásban. Gondolatok a hazai tudományos kommunikációs stratégia körvonalazásához. *Magyar Tudomány*, 26 (1981) 351.
29. W. D. Garvey, Communication: The Essence of Science. Pergamon Press, Oxford, 1979.
30. A. A. Manten, Publication of scientific information is not identical with communication. *Scientometrics*, 2 (1980) 303.

31. Statisztikai fogalmak. A tudományos kutatás és fejlesztés statisztikája. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1979.
32. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., A tudomány mint a mérés tárgya. Tudományometriai kutatás Magyarországon. MTA Könyvtára, Budapest, 1981. Informatika és Tudományelemzés sorozat 1. kötet.
33. Schubert A., Glänzel W., Braun T., Tudományometriai mutatószámok 32 ország természettudományos alapkutatásának összehasonlító elemzéséhez 1976–1980. MTA Könyvtára. Budapest, 1983. Informatika és Tudományelemzés sorozat 3. kötet.
34. Dobrov G. M., A tudomány tudománya. Gondolat és Kossuth Kiadó, Budapest, 1973.
35. Braun T., Bujdosó E. (Szerk.) A tudományos kutatás minősége. MTA Könyvtára, Budapest 1984. Informatika és Tudományelemzés sorozat 4. kötet.
36. Braun T., Glänzel W., Schubert A., Scientometric Indicators. A 32-Country Comparative Evaluation of Publishing Performance and Citation Impact. World Scientific, Singapore-Philadelphia, 1985.

2. A tudomány növekedése

A tudomány növekedésének mérésére a tudományos kutatás és fejlesztés mechanizmusának (1. ábra) input és output oldalain levő mennyiségeket egyaránt felhasználhatjuk. Az információs modell alapján erre a célra a tudományos közleményeket, a publikációk számát vizsgáljuk.

Az egyszerűség kedvéért tekintsünk egy közleményt az információ elemi kvantumának, abból az alapfeltevésből kiindulva – noha tudjuk, hogy ez csak az esetek egy részében igaz, hogy egy közlemény a tudományos közösség számára mindig valami új információt tartalmaz. Nehéz dolog lenne egyszerű eszközökkel a közölt újdonság értékét lemérni. Ezért a nagy számokra érvényes jó közelítéssel ezek információs értékét azonosnak, egységnyiinek tekinthetjük.

2.1 A növekedés lehetséges eseteinek matematikai leírása

Amikor a természettudományok valamely ágában a vizsgált jelenség leírásához matematikai modellre van szükség, általában úgy járnak el, hogy a korábbi kísérletekből leszűrt előzetes, logikailag feldolgozott információk alapján egy, vagy több lehetséges hipotézist állítanak fel. Ezeket lefordítják a matematika nyelvére, majd szembesítik őket a tapasztalati adatokkal. A vizsgálat a megfelelő hipotézis kiválasztásával végződik, amelyen az új kísérleti adatok fényében korrekciókat hajtanak végre. A hipotézis felállításakor felhasználhatnak ismert és már tanulmányozott természeti jelenségek sugallta analógiákat is. Ugyanez az eljárás alkalmazható a növekedés mértékének tanulmányozására is.

2.11 Exponenciális növekedés

Price¹ a tudomány növekedésének mérésére a publikációk számának növekedését választotta, feltételezve, hogy ez utóbbi pozitív korrelációban van a tudományos ismeretek növekedésével, azaz nem közvetlenül az ismeretet, hanem az azokat reprezentáló dokumentumok számát vizsgálta. Nalimov és Mulcsenko² megállapította, hogy a folyóiratcikkek számának, mint a tudományos információ hordozóinak növekedési ütemét a tudomány mindenkori színvonala határozza meg, amennyiben korlátozó tényezők nem játszanak közre. Minden új, épkezláb tudományos elmélet bizonyos mennyiségű új tudományos munka elvégzésére sarkall, mely során ezeket az elméleteket továbbfejlesztik, megerősítik, vagy cáfolják. Következésképpen a szakirodalomnak a cikkek $p(t)$ számában visszatükröződő növekedési ütemét a

$$\frac{dp}{dt} = kp \quad (1)$$

differentiálegyenlet írja le. Az egyenlet szerint a dp/dt növekedési ütem a mindenkori p -vel arányos, tehát az $\frac{1}{p} \frac{dp}{dt}$ relatív növekedési ütem állandó. A fenti differentiálegyenletnek a $p(0) = p_0$ kezdeti feltételt kielégítő megoldása a

$$p(t) = p_0 e^{kt}, \quad k > 0 \quad (2)$$

exponenciális függvény. Az exponenciális görbe jól jellemezhető azzal az időtartammal, amely alatt p_0 értéke a kétszeresére nő (kétszereződési idő T_d):

$$\frac{p(T_d)}{p_0} = e^{kT_d} = 2$$

Logaritmizálva kapjuk:

$$kT_d \ln e = \ln 2, \quad \text{de} \quad \ln e = 1$$

$$\text{azaz } T_d = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k},$$

$$\text{és így } p(t) = p_0 e^{\frac{0,693}{T_d} t} \quad (3)$$

Rövid kétszerezési idő gyors növekedést, hosszú kétszerezési idő pedig lassú növekedést jelent. Az egyenletet logaritmizálva $y=mx+b$ típusú egyenlethez jutunk:

$$\log p(t) = \frac{0,693}{T_d} \log e \cdot t + \log p_0. \quad (4)$$

Tehát, ha a mért adatokat féllogaritmikus tengellyel $[t, \log p(t)]$ ábrázoljuk, egyenest kapunk, amelynek iránytangense

$$m = (0,693/T_d) \log e,$$

a függőleges tengelymetszete ($t=0$) pedig

$$b = \log p_0.$$

Az iránytangens értékét a regresszióval nyert, vagy a vonalzóval behúzott egyenes t_1 és t_2 időpontjaihoz tartozó adataiból számolhatjuk ki

$$m = \frac{\log p(t_2) - \log p(t_1)}{t_2 - t_1}, \quad (5)$$

amelyből a kétszereződési idő

$$T_d = \frac{0,693 \cdot \log e}{m} = \frac{0,301}{m} \quad (6)$$

képlettel számítható.

A kétszereződési idő helyett szokásos még a növekedés mértékére az évenkénti növekedés arányát megadni (g), amely a k tényezővel, ill. a kétszereződési idővel (T_d) a következőképpen adható meg:

$$g = \frac{p(1) - p(0)}{p_0} = \frac{1}{p_0} (p_0 e^k - p_0) = e^k - 1 \quad (7)$$

a kétszerezési idővel kifejezeve $g = e^{\frac{0,693}{T_d}} - 1$ és fordítva

$$\log(g + 1) = \frac{0,693}{T_d} \log e, \text{ de } \log e = 0,434 \text{ és így}$$

$$T_d = \frac{0,301}{\log(g + 1)}. \quad (8)$$

2.12 Logisztikus növekedés

A növekedés csak addig marad exponenciális típusú, amíg a szakirodalom, vagy az adott terület fejlődését megszabó külső körülményekben lényeges változások nem lépnek fel. A változások, pl. egy háború, az exponenciális növekedést elkerülhetetlenül megzavarják, de bizonyos idő elteltével az eredeti exponenciális ütem ismét helyreáll. A fenti, exponenciális kifejezéssel leírt növekedési folyamat nem tarthat örökké: a korlátozó tényezők, pl. pénz-, vagy munkaerőhiány, kötelező érvénnyel és fokozatosan éreztetik hatásukat. Ebben az esetben a növekedés mechanizmusát pontosabban írja le a Pearl-Reed javasolta logisztikus függvény, vagy a Gompertz-féle differenciálegyenlet.

A Pearl-Reed-féle logisztikus függvény a

$$\frac{dp}{dt} = kp(b-p), \quad 0 < p < b, \quad k > 0 \quad (9)$$

differenciálegyenlet megoldásaként adódik. A növekedés korlátozott, hiszen a b mennyiség a p felső korlátjaként veendő. Az

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dt} = k(b-p)$$

relatív növekedési ütem már nem állandó, hanem p lineáris függvénye. Ez annyit jelent, hogy minél magasabb a p szintje, annál alacsonyabb a növekedés üteme. A differenciálegyenletnek a $p(0)=P_0$ kezdeti feltételt kielégítő megoldása a

$$p(t) = \frac{b}{1 + a \exp(-kbt)}, \quad k > 0 \quad (10)$$

függvény, ahol $a = \frac{b}{p_0} - 1$.

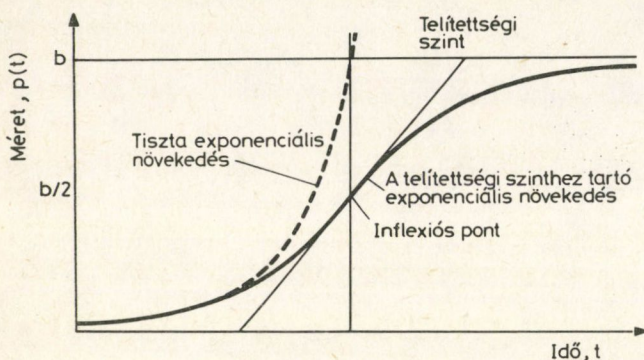
A kezdeti szakaszban, amikor $p \ll b$, az exponenciális és a logisztikus görbe gyakorlatilag egybeesik. Az egyenletet átalakítva és az a értékét behelyettesítve kapjuk:

$$p(t) = \frac{1}{1/b + (1/p - 1/b) \exp(-kbt)}, \quad (11)$$

de mivel $b \gg p$, az $1/b$ tagokat elhanyagolhatjuk az $1/p$ mellett, így

$$p(t) = \frac{1}{(1/p) e^{-k b t}} = p \cdot e^{-k b t}. \quad (12)$$

A $p=b$ és a $p=0$ egyenletű egyenesek a logisztikus görbe aszimptotái. A görbének a $p = \frac{b}{2}$ inflexiós pontján a függvény második deriváltja (gyorsulás) előjelet vált (3. ábra).



3. ábra.
A logisztikus görbe alakja

A Gompertz függvény

$$p(t) = b \left(\frac{p_0}{b} \right) e^{-k t} \quad (13)$$

alakú, amely a

$$\frac{dp}{dt} = k p \ln \frac{b}{p} \quad (14)$$

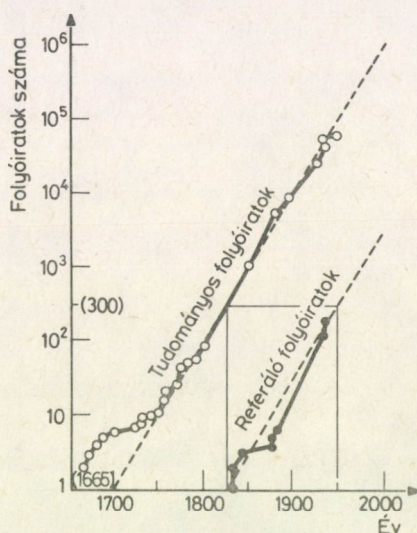
differenciálegyenlet megoldásaként származtatható, a benne fellépő állandók jelentése ugyanaz, mint korábban. Míg a logisztikus görbe szimmetrikus lefutású, a Gompertz függvény inflexiós pontja eltolódik az origó felé. Így az S-alakú görbe rövidebb és jobban görbül az első kanyarulatban, mint a másodikban.

2.13 Lineáris növekedés

Meg kell említenünk, hogy az egyes szakterületek rövid, vagy főként az inflexiós pont körüli növekedésének szakaszait jól közelíthetjük a $p(t)=mt+p_0$ lineáris egyenlettel.

2.2 A tudományos információ növekedése

A tudományos ismeretanyag növekedésének mérésére első közelítésben felhasználhatjuk a folyóiratok számának időbeli növekedését (4. ábra).

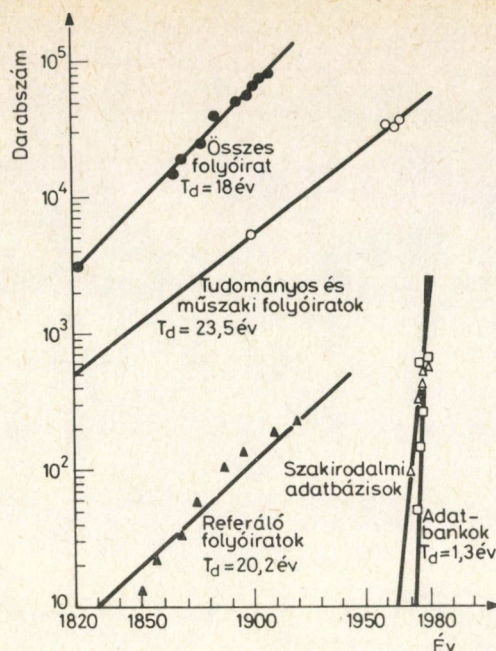


4. ábra.

A tudományos folyóiratok és a referáló folyóiratok számának növekedése
Price nyomán¹

A tudományos folyóiratok számának növekedése 1665-óta, a két elsőnek tekintett folyóirat, a *Philosophical Transactions of the Royal Society* és a *Journal des Sçavans* megjelenése óta, mintegy három évszázada exponenciálisan növekszik. A Price-féle növekedési görbét azonban helyesbíteniünk kell, ugyanis számításainál nem vette figyelembe, hogy a létesülő folyóiratok mellett mások megszűnnek, összeolvadnak.³ A tényleges helyzetet inkább az 5. ábra tükrözi.⁴

Manapság tehát több mint félmillió „élő” tudományos folyóiratot tarthatunk számon, számuk állandóan növekszik, kb. 20 év kétszereződési



5. ábra.

A folyóiratok, szakirodalmi adatbázisok és adatbankok számának növekedése az idő függvényében. A T_d értéke a kétszerezési időt jelöli

idővel. A rohamosan növekvő szakirodalom terjedelmének koncentrálására, tárgyának rendszerezésére, a keresés és kiválasztás szelektivitásának növelésére az első folyóirat alapításától számított 130 év múlva megjelentek az egyes szakterületek szekundér forrásai, a referáló folyóiratok. Számuk szintén rohamosan nőtt, kétszerezési idejük közel azonos a primér folyóiratokéval. Újabb 130 év múltán az elektronika fejlődése, a számítógépek kifejlesztése és elterjedése révén lehetővé vált a számítógépes adatbázisok és adatbankok létrejötte és használata. Növekedésük kétszerezési ideje 1–2 év. Rohamos fejlődésüket és elterjedésüket azok az anyagi és szellemi tartalékok biztosították – és még jó ideig biztosítani is fogják, amelyek segítségükkel felszabadíthatók. Kimutatták ugyanis, hogy erőfeszítéseink közel fele fordítódik a korábban már felfedezett ismeretek felfedezésére. A folyóiratok ($T_d = 23,5$ év) a referáló folyóiratok ($T_d = 20,2$ év) a szakirodalmi adatbázisok ($T_d = 2,2$ év) az adatbankok ($T_d = 1,3$ év) egyre gyorsuló fejlődési ütemeit tekintve úgy tűnik, hogy napjainkban az igény egyre nő a magasabb szintű információs rendszerek iránt.

2.3 A tudományágak, alterületek, szakterületek növekedése. Példák

A tudományágak, alterületek, szakterületek növekedését leírhatjuk a tárgykörben megjelent publikációk összesített (kumulatív) számának növekedésével, azaz a rögzített tudományos ismeretanyagnak az információs kvantumokban, mint egységben kifejezett gyarapodásával.

Az egyes tudományterületek növekedési ütemét vizsgálva eltérő értékeket találunk. Az 1. táblázat mutatja az egyes tudományágak szakirodalmának hosszú időtartamú növekedési sebességét.⁵

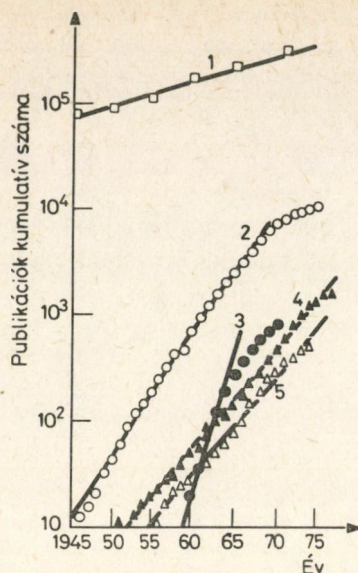
1. táblázat
Egyes tudományterületek százalékos növekedési sebessége
és kétszerezési ideje

| Tudományterület | Évi százalékos növekedési sebesség, $g \cdot 100\%$ | Kétszerezési idő, T_d év |
|--------------------------|--|-------------------------------|
| Biológia | 4,39 | 16,0 |
| Közgazdaságtan | 5,50 | 13,0 |
| Villamosmérnöki tudomány | 3,50 | 20,0 |
| Fizika | 3,73 | 19,0 |
| Pszichológia | 2,90 | 25,0 |
| Kémia | 4,89 | 14,5 |
| Analitikai kémia | 5,11 | 13,9 |

A tudományterületeken belül az egyes szakterületek, eljárások, módszerek stb. növekedési üteme igen eltérő lehet. A 6. ábrán egy analitikai módszer, a nukleáris analitika, valamint egyes módszerei szakirodalmának növekedését mutatjuk be.⁶ Ez a szakterület a 14,5 év kétszerezési idejű kémia tudományterület analitikai kémia alterületébe sórolható, az utóbbi irodalmának mintegy 2,5%-át teszi ki. Az analitikai kémia 13,9 év kétszerezési ideje számos, nála lényegesen rövidebb exponenciális és nem exponenciális jellegű fejlődéseket takarhat. Az utóbbira példaként a 3. jelzésű görbét lineáris ábrázolásmódban is kirajzoltuk. Szép példáját mutatja a logisztikus görbének (7. ábra).

Folytassuk vizsgálatunkat, most a 6. ábra 4. jelzésű, a prompt nukleáris analízis exponenciális növekedésű görbéjét bontsuk fel módszerek szerint. A 8. ábra 1. görbéje különböző időpontokban induló, eltérő növekedési ütemű exponenciális és nem teljesen exponenciális görbék összegéből tevődik össze.

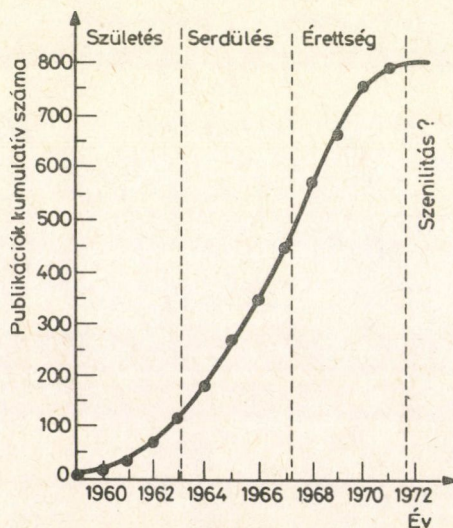
A kémia tudományterületből kiinduló, alterületeken vezető és végül a módszerekig terjedő vizsgálatssorozattal csupán szemléltetni akartuk, hogy



6. ábra.

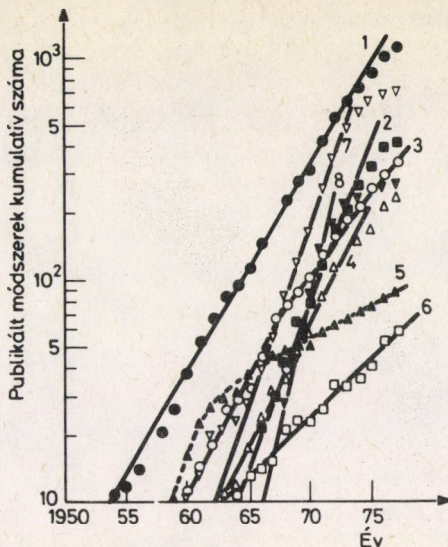
Az analitika és a nukleáris analitika egyes területeinek fejlődése a megjelent közlemények tükrében.⁶ A görbék jelentése és a kétszeresítési idők:

- 1 – analitikai kémia: 13,9 év; 2 – aktivációs analízis: 2,2 év;
3 – aktiváció 14 MeV-os neutronokkal: 1,1 év; 4 – prompt reakciók: 3,3 év;
5 – aktiváció töltött részecskékkel: 3,2 év



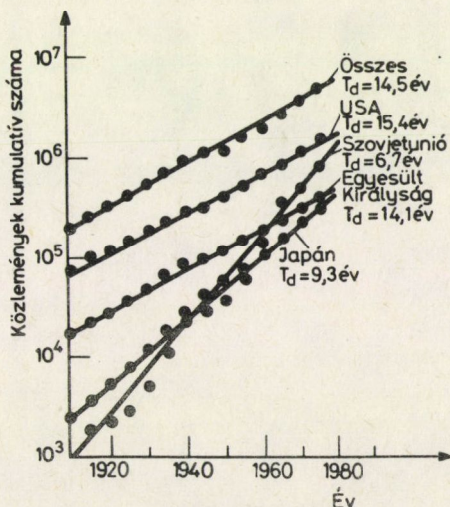
7. ábra.

A nukleáris analitikában a 14 MeV neutrongenerátorokkal végzett analízis szakirodalmának növekedése logisztikus görbét mutat (ld. a 6. ábra 3. görbét)



8. ábra.

A 6. ábra 4. görbéjének a prompt nukleáris analízis szakirodalmának további felbontása, a bublikációkban közölt, az analízishez felhasznált magreakciótípusok számának növekedése.⁶ A görbék jelentése és a kétszerezési idők: 1 – prompt reakciók: 3,2 év; 2 – (töltött részecske, töltött részecske): 1,7 év; 3 – (n,X): 4,1 év; 4 – (töltött részecske, γ): 2,8 év; 5 – (γ , X): 9,7 év; 6 – (töltött részecske, n): 5,8 év; 7 – Rutherford-szórás: 1,7 év; 8 – csatornahatás: 1,3 év. Esetünkben X tetszőleges részecskét jelent



9. ábra.

A kémiai szakirodalom növekedése az egyes vezető országokban a kétszerezési időákal

egy tudományterület növekedése számos, nála lassúbb és gyorsabb növekedési ütemű, különböző időpontokban születő és elhaló al- és szakterületet takar. A tudomány egésze sajátos törvényszerűségeinek következtében az ezek összegeként felfogható növekedési görbe szintén exponenciális.

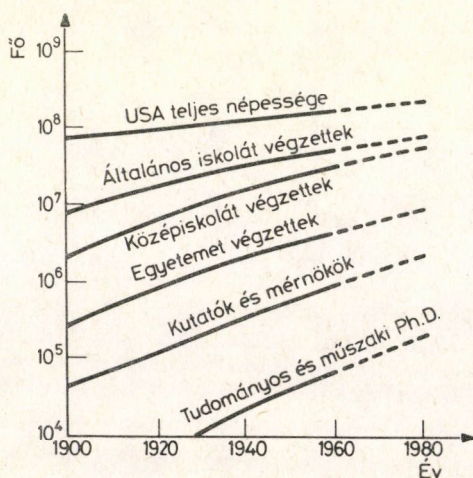
A tudományterületek növekedése természetesen országonként is eltérő ütemű lehet. A 9. ábra mutatja például a kémiai szakirodalom növekedését egyes vezető országokban.⁷

2.4 Az exponenciális növekedés korlátai.

A növekedés egyéb lehetséges esetei.

Az exponenciális növekedésnek a minden határt meghaladó feltételezése azonban ellentmondáshoz vezet. Ezt legegyszerűbben az alábbi gondolatmenettel láthatjuk be. Vegyük például az Egyesült Államok lakosságának növekedését és ugyanott a különböző képesítésekkel rendelkezők számának növekedését. Mindezek különböző ütemű exponenciális görbékkel leírható fejlődést mutatnak (10. ábra).¹

Az ábra egyeneseit extrapolálva, 2150-ben az USA lakossága csupa doktorokból fog állni. A növekedésben tehát előbb-utóbb gátló tényezőknek kell fellépniük – jelen esetben például az elhelyezkedési nehézségeknek – ami megváltoztatja fejlődés ütemét. Mivel nem tételezhetünk fel minden határon



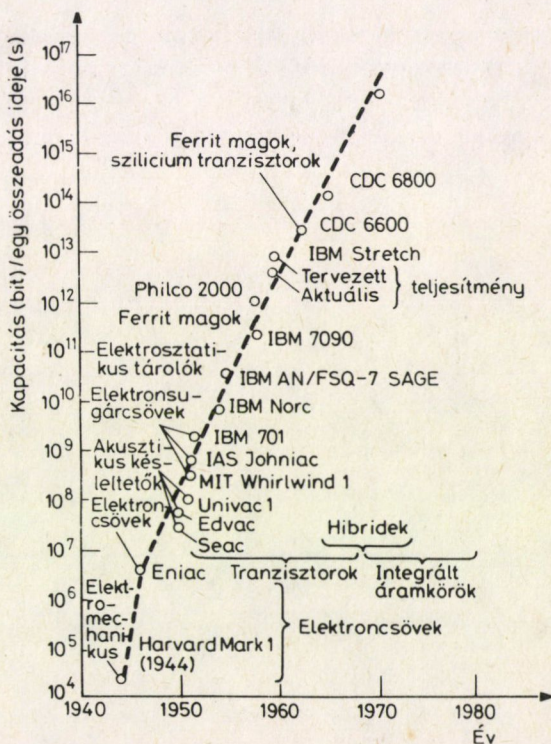
10. ábra.

A lakosság és a különböző képesítéssel rendelkezők számának növekedése az Egyesült Államokban

túli, a $p(nT_d)=2^n$ (ahol $n=1,2,\dots$) hatványfüggvény szerinti növekedést, a növekedés általános törvényeként a logisztikus formát kell elfogadnunk.

A természetben előforduló legtöbb jelenség, pl. az élőlények, a növények növekedése, a népesedés, sejtenyészet, baktériumok stb. szaporodása ezt a fejlődési törvényt követi.

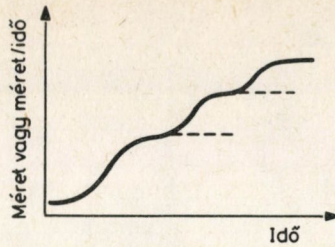
Feltételezhetjük azt is, hogy a tudomány kialakulásától kezdve napjainkig a fejlődés exponenciális szakaszát észleljük. Ez a logaritmikus papíron egyenessel leírható fejlődés nem csupán a tudományos ismeretanyag növekedésére jellemző, hanem egyéb, pl. minőségi mutatókra is (11. ábra).



11. ábra.

Az elektronikus számítógépek jóságát jelző mutató változása az évek függvényében

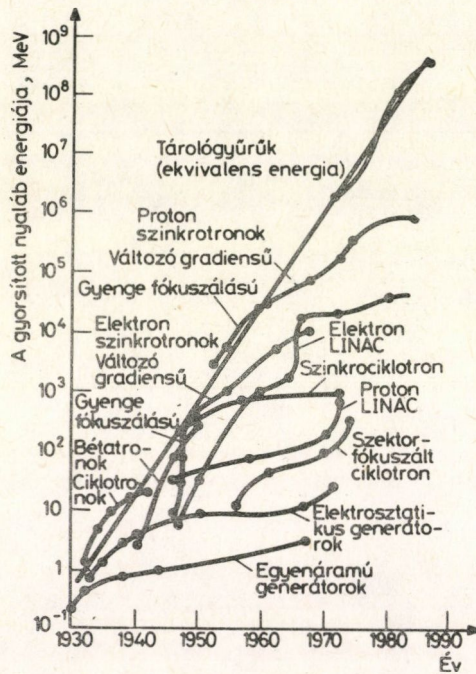
Exponenciális görbét észlelhetünk azonban akkor is, ha logisztikus görbéket szuperponálunk egymásra. Ilyenkor új elvek, felismerések ismételt lökést adnak a tudomány fejlődésének (12. ábra). Ilyen „eszkalációs” lépcsőkből tevődik össze a tudományok fejlődése is. Klasszikus példaként az ismert elemek számának növekedését említhetjük, amelynek utolsó



12. ábra.

Egymásra épülő logisztikus görbék, az úgynevezett eszkaláció

eszkalációs lépcsője a transzuránok mesterséges előállítása volt. Ha a különböző típusú részecskegyorsítókkal elérhető maximális részecske energiát az idő függvényében ábrázoljuk, láthatjuk, hogy az egymásután felfedezett új elvek egy-egy újabb eszkalációs lépcsőt eredményeztek (13. ábra).

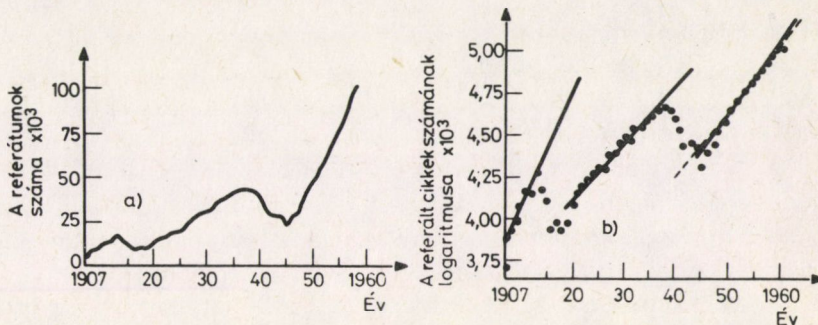


13. ábra.

A részecskegyorsítókkal elért energiák növekedése az évek függvényében

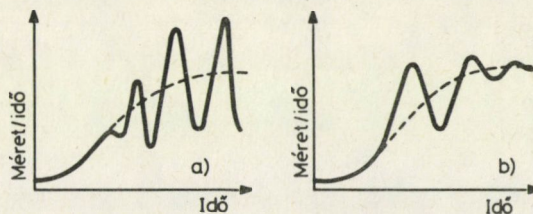
A publikációk számában megtorpanás mutatkozott az olyan nagy megrázókództások alatt, mint például a világháborúk (14. ábra). Ezek azonban hosszú távon a tudomány fejlődési ütemét nem befolyásolták.

A logisztikus növekedés közben a fejlődést fékező és az azt helyreállítani igyekvő erők következtében divergens, ill. konvergens oszcillációk is létrejöhetnek (15. ábra).



14. ábra.

A „Chemical Abstracts” c. folyóiratban 1907–1960-ig publikált referátumok számának növekedése lineáris léptékkel (a) és félogaritmikus léptékkel (b). Az egyenesek a görbék exponenciálisokkal való közelítését mutatják. A két utolsó egyenes meredeksége alig különbözik egymástól. Szaggatott vonallal az átlagos meredekségű egyenest rajzoltuk



15. ábra.

Divergens (a) és konvergens (b) oszcillációk a logisztikus növekedésben

2.5 A növekedés hatása a tudományos kutatói közösségre és az egyénre

A tudomány elég nagy szegmensét vizsgálva minden bizonnyal, alterületeinél pedig nagy valószínűséggel exponenciális növekedést tapasztalunk. Ez az exponenciális növekedési törvény nagy pontossággal már hosszú idő óta érvényes. A tudósok minden korban úgy érezték, hogy belevesznek a tengernyi tudományos irodalomba.

Barnaby Rich már 1613-ban így panaszkodik: „Korunk egyik rákfenéje a könyvek elburjánzása. Annyira elöntik a világot, hogy az ember gyomra képtelen megemészteni azt a sok haszontalanságot amit naponta kikölnének és szélnek eresztenek”. A tudósok természetesen ezt mindig a mások munkájára értik. Rich ugyanis élete során 26 könyvet írt, 5 regényfordítást, 5 katonai művet, 7 kötetet Irországról, 6 könyvet a viselkedésről és az erkölcsökről és 3 pamfletet. Ezzel a szép teljesítménnyel maga is alaposan hozzájárult a „könyvek elburjánzásához”.⁸

A tudomány növekedésének üteme meglehetősen gyors, $T_d = 15$ év körül van. Vegyük egy kutató aktív életkorát, a tudományba való bekapcsolódás és az attól való visszavonulás idejét 45 évnél. Ez közel 3 kétszerezési időnek felel meg, ami alatt a tudományos ismeret $2^3 = 8$ -szorosára nőtt, ha a kutató bekapcsolódásakor meglevő ismeretanyagot egységnyiinek tekintjük. Azaz kutatónk joggal érzi úgy, hogy a tudomány az ő életében alakult ki, hiszen az ismereteknek $8/9$ -ed része, azaz 89% -a az ő életében keletkezett. Ez a tudomány „kortársisága”, amely nemcsak az ismeretekre, hanem a kollégák, az élő és ismert kutatók terén is érvényes. A tudományterület növekedésével ugyanis azonos ütemben kell a területen dolgozó kutatók számának is növekedni. Ezt beláthatjuk, ha meggondoljuk, hogy egy kutató általában teljesítőképessége maximumán, vagy ahhoz nagyon közel dolgozik. A tudományos ismeret egyre nagyobb mértékű növelésére, egyre több közlemény írására tehát ő nem képes. Ehhez újonnan belépő, az ismereteket elsajátító kutatókra van szükség. Kimutatható, hogy a terület fejlődési üteme és az ott dolgozó kutatók száma mindenkor azonos ütemben növekszik.* A kutatók „kortársiságát” tehát az jelenti, hogy minden valaha élt 9 kutató közül 8 kortársunk. A tudományt tehát nemcsak tárgyában, hanem személyiségeiben is nagyon „modernnek”, kortársinak érezzük.

Az elmondottakból következik, hogy a tudományterület fejlődési üteme kihatással van művelőinek átlagos életkorára is. Tételizzuk fel, hogy az új munkatársak 25 éves korukban lépnek be a már meglevő és adott ütemben fejlődő kollektívába. Ahhoz, hogy a kollektíva átlagéletkora valamely állandó érték maradjon, a 25 éves belépők számának a 2. táblázatban feltüntetett növekedési ütemét szükséges tartanunk.² Ha például azt akarjuk, hogy a kollektíva átlagéletkora 35 év maradjon, akkor a létszám növekedésében az évi 10% -os ütemet kell tartanunk. Ez természetes fordítva is érvényes. Egy terület növekedési ütemének csökkenése tehát egyben a területen dolgozó kutatók „elöregedését” is jelenti.

*Hasonlítsuk össze a 19. ábra 1. görbéjének kétszerezési idejét a 6. ábra 4. görbéjének és a 8. ábra 1. görbéjének kétszerezési időivel.

2. táblázat

A kutatók átlagos életkora és a tudományterület növekedési sebessége közötti összefüggés

| Átlagéletkor, év | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
|---|-----|-----|------|------|------|------|
| Évi százalékos növekedési sebesség, g · 100% | 20 | 10 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| Kétszerezési idő, év | 3,8 | 7,3 | 11,8 | 14,2 | 17,6 | 23,4 |

Nézzük meg továbbá, hogy hogyan hat vissza a terület növekedési üteme a kutató életpályájára. Hasonlítsunk össze Menard⁹ nyomán három modellt, melyekben a kétszereződési idő 15; szélsőértékeként pedig 5, ill. 45 év.

Egy kutató szakmai pályafutása az egyetem befejezésével veszi kezdetét és 45 év múlva ér véget, amikor 65 éves korban nyugdíjba vonul. Így tehát egy lassú növekedésű szakterületen, amelyben a szakirodalom 45 évenként nő a kétszeresére, a kutatók száma állandó, hiszen az új kinevezések száma a nyugdíjba vonulókéval egyezik meg.

Egy 15 évenkénti kétszerezéssel növekedő szakterületen 45 éves szolgálati időt alapul véve, a nyugdíjba vonulók száma az újoncok számának csak egy nyolcadát teszi ki, azaz, majdnem elhanyagolható. Az új kutatók száma a szakterületen gyorsan növekszik. Ha a kezdeti szám 100, 15 év múlva már 200 és 700-ra rúg 45 év múlva, ha levonjuk a nyugdíjba vonulókat. Egy ilyen szakterület, ha induláskor kisebb is, mint egy lassú növekedésű terület, ez utóbbit növekedésben gyorsan lehaladja.

Egy öt évenként, vagy még ennél is rövidebb időn belül megkétszereződő szakterület növekedése még látványosabb jelenség. Ha kezdetben mindössze 10 kutatót számlál, 35 év múlva több mint ezer kutatója lesz. Ezek a növekedési ütemek nagyban befolyásolják egy részterület művelőinek életkor szerinti megoszlását, s így egy új kutató szakmai előrehaladását. Egy lassú növekedési ütemű szakterület művelőinek életkor mediánja 42 év, azaz a kezdet és a vég között valahol félúton található. Közepes és gyors fejlődésű szakterületeken a medián a kezdeti életkor plusz egy kétszereződési időtartam, vagyis 35 év, illetve 25 év. Ez azt jelenti, hogy egy gyors szakterületen egy kutató „medián korú”, amikor öt év egyetem után doktorátust szerez. A terület oly gyorsan tágul, hogy 35 éves korára a kutató már a felső egy nyolcadhoz tartozik, míg közepes és lassú mozgású szakterületen ezt kb. hatvan éves korában érné el.

Egy adott szakterület élő szakirodalmának méreteit megközelítőleg azzal a mennyiséggel azonosíthatjuk, amelyet három korábbi kétszereződési perióduson át az átlagos szakember-gárda produkál. A gyors növekedésű

modellben 10 kutatóval, s ennek megfelelően 190 cikkel számolhatunk. A közepes növekedésű szakterületen 100 a kutatók, s majdnem 6000 a cikkek száma. A lassú modellnél fel kell tennünk, hogy egy 200 kutatót magában foglaló egyensúlyi mezőny éppen létrejött, továbbá a mezőny és a szakirodalom azonos ütemben nőtt. Ilyen feltételek teljesülése esetén a szakirodalom 27000 cikk terjedelmű.

Tekintsünk most egy diplomázó hallgatót, aki e részterületek valamelyikében szakosodik. Szorgalmas gyorsolvasóként fejest ugrik a gyors növekedésű szakterület irodalmába, és 38 nap múlva, fáradtan bár, de mindenről „informálva” ismét felmerül. Közepes növekedésű szakterületen egy kutatónak három éven át naponta 5 cikket kellene elolvasnia, hogy felzárkózzék. Mit mondhatunk egy klasszikus, s lassú mozgású terület kutatójáról, aki elé 27000 cikk tornyosul? Egész szakmai pályafutása alatt sem szabadulhat tőlük. Nemcsak kezdő szakemberek, de képzett idősebb kutatók is az idejük zömét egyre vastagabb bibliográfiák összehordásával töltik.

Tekintetbe vehetjük még a szakirodalom azon 5 év során bekövetkező növekedését, amíg egy hallgató egyetemi tanulmányait végzi. A gyors növekedésű területen újabb 190 dolgozat jelenik meg, s ezt a hallgató fokozatosan „megemésztheti”. Azt látja, hogy a szakirodalom fele „körülötte”, az ő idejében alakult ki. Az átlagos növekedésű szakterületen 5 év alatt 1200 cikk jelent meg, vagyis másnaponként egy, ami már túl sok ahhoz, hogy valaki is elolvassa. Még rosszabb a helyzet a lassú növekedésű szakterületen ahol a szakirodalom időközben majdnem 3000 cikkel gyarapodott. Éppen ezért közepes és lassú növekedésű szakterületen a kutató elé pályafutása kezdetétől, egyre nagyobb terjedelmű olvasatlan szakirodalom tornyosul. A helyzet a fokozatos terjeszkedéssel párhuzamosan változik. Húsz évvel később már minden szakterületen igen nagy a szakirodalmi „restancia”, ami öt évenként 3000 cikkel bővül. Tíz év múltával a gyors növekedésű szakterület 12000 cikkel gyarapodna az egyetemi tanulmányok öt éve alatt. Jóval korábban azonban szűkebb és divergáló rész-részterületek csoportjára szakad szét. Úgy tűnik, hogy egy hallgató, vagy fiatal kutató számára a gyors növekedésű alterületre való belépés ideje valahol annak a harmadik, s a hatodik kétszereződési ideje körül a legelőnyösebb, vagyis abban az időintervallumban, amelynek elejére a gyors növekedésű alterület már azonosítható, s melynek végére kezd áttekinthetatlenné válni.

Tekintsük most azt az erőfeszítést, amely ahhoz szükséges, hogy valaki egy szakterületen „nevet szerezzen” magának. Évi 3 cikk termelékenységgel, s a számított életkor-eloszlással egy újoncnak egy gyors növekedésű szakterületen mindössze hat dolgozatot kell publikálnia, hogy „medián korbá” lépjen. Közepes növekedésű szakterületen 36 cikkben jelölhető meg a

sor közepén álló embertől elvárt teljesítmény, de lassú növekedésű alterületen ez 57 cikk, mire a 42 éves kort eléri. Így tehát széles határok között változik annak a szívós munkának a mértéke, hogy valaki „befutott” kutatóvá váljék. Mindössze 26 dolgozattal egy gyors növekedésű szakterület kutatója szinte már patriárkának számít, és a népesség legidősebb nyolcadában foglal helyet. Az átlagos növekedésű alterületen ehhez 110 cikk publikálása szükséges.

A céltudatos elhivatottság ellenére sokan képtelenek egy egész életen át fenntartani a tudományos cikkek termelésének folyamatosságát. Egy bizonyos ponton a kutató kiválik a versenyből, más elfoglaltság után néz, vagy passzív szemlélővé válik. Kevés kutató publikál 50 cikket. Következésképpen az átlagos és lassú növekedésű alterületeken a legtöbb kutató a tudományos termelékenység normális szintje alá zuhan, mielőtt pályafutása felét megtette volna. Az idősebb csoport tagjai közül már szinte senki sem aktív a kutatás területén. Ezzel szemben a gyors növekedésű alterületek vezető kutatói jóval fiatalabbak, legtöbbjük aktív részt vesz a kutatásban, annak ellenére, hogy szervező munkát is végez és számos bizottság tagja. A kutatás szervezése és értékelése gyors növekedésű szakterületen így azok kezében van, akik maguk is kutatnak. Ez egyben a legnagyobb hatékonyság záloga.

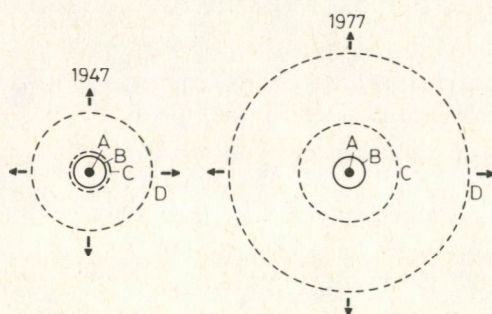
Az 5, 15 és 45 év kétszerezéssel fejlődő kutatási területeken a felsorolt szemléltető adatokat a 3. táblázatban tüntettük fel az áttekintés megkönnyítésére.

3. táblázat
A szakterület növekedési ütemének hatása a kutatóra Menard⁹ szerint

| Kétszerezési idő T_d , év | 5 | 15 | 45 |
|---|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Új belépők/nyugdíjba menők aránya | 1 : 1/512 | 1 : 1/8 | 1 : 1 |
| A belépő kutató találkozik: | | | |
| kutatóval, fő | 10 | 100 | 200 |
| cikkkel, db | 190 | 6.000 | 27.000 |
| A „medián” helyhez szükséges cikk publikálása, db | 6 | 36 | 57 |
| ehhez szükséges idő (3 cikk/év), év | 2 | 12 | 19 |
| A „senior” helyhez szükséges cikk publikálása, db | 26 | 110 | |
| ehhez szükséges idő (3 cikk/év), év | 9 | 37 | |
| A „senior”: | aktív kutató és szervező | már nem aktív kutató, de szervező | a senior kor elérése előtt távozik |

Amint az előzőekben láttuk, a szakirodalom növekedése lényegesen befolyásolja a kutatók munkáját, az információ gyűjtési, rendszerezési és feldolgozási szokásait. Ez a hatás leginkább az alapkutatással foglalkozóknál jelentkezik, ahol – a definíció szerint – az információ bővített újratermelése folyik.

A kutatókat a gyorsan fejlődő területeken a fejlődés ütemével arányos erő hajtja a specializálódás felé. A szakirodalmi információ növekedésének hatását a 16. ábra segítségével szeretnénk érzékeltetni.^{1 0}



16. ábra.

A szakirodalom mennyisége, amint azt egy kutató érzékeli, például 1947-ben és 1977-ben:^{1 0}

A – a téma legfontosabb specifikus irodalma, B – feldolgozható irodalom,

C – a téma releváns irodalma, D – a terület releváns irodalma

Aki 1947-ben még lépés tudott tartani a téma releváns szakirodalmával; 1977-ben ennek már csak egy részét képes feldolgozni. A szakirodalom mennyisége minden egyes területen megnőtt annak ellenére, hogy a szakosodás végbement, mivel időközben egyes területek összekapcsolódtak. A szinte áttekinthetetlen burjánzásban vigasztalhat az a tény, hogy minden téma legfontosabb szakirodalma, az ún. specifikus mag, amely a teljes releváns szakirodalomnak a szakosodás miatt csak tört, de legfontosabb, legértékesebb része, sokkal lassabban növekszik. Ez az a mag, amely a kutatók számára feldolgozható és megemészthető maradt és biztosítja a tudomány fejlődését. A kutató és az informatikus feladata éppen az, hogy ezt a magot a teljes mennyiségből kihámozza. Ehhez elsősorban az on-line információkereső rendszerek és a gépi szelektív szakirodalom-figyelés nyújtanak pótolhatatlan segítséget.

Ezen új információk lehetőségei felismerése és használata egyben, főképpen az idősebb kutatóknál a korábban kialakult információ-beszerzési szokások feladását, ill. átszervezését jelentik. A könyvtárak polcaira beérkező folyóiratok lapozgatása vagy egy pár folyóirat rendszeres olvasása többé már

nem tekinthető „informálódásnak”, hanem csupán a gépi információs szolgáltatások – emóciókkal együttjáró – kíváncsatos kiegészítőjének.

A könyvtáros és az informatikus számára a tudományok növekedésének ismerete, azaz a tudás, a kutatással foglalkozó személyek számának, a kutatásra fordított költségeknek, az ismerethordozók, a dokumentumok mennyiségének és felhasználóik számának gyarapodási üteme olyan adatokat jelent, amelyeket okvetlenül figyelembe kell vennie a tervezésben és a döntésben, továbbá a rendelkezésére álló anyagi erőforrások kellő mértékű kihasználásában.

2.6 A növekedés mérésének gyakorlati kivitele

A szakterületek növekedésének mérésére leginkább a gondosan összeállított bibliográfiák szolgálhatnak kiindulási alapul, de felhasználhatók például a referáló folyóiratok, vagy ezek szakosított fejezeteiben levő tételek (publikációk) darabszáma, kevésbé igényes vizsgálathoz pedig a sorok vagy oldalak száma. Törekednünk kell arra, hogy anyagunk – a növekedés üteméhez képest – minél nagyobb időintervallumot fogjon át. Alkalmazhatjuk a reprezentatív mintavétel módszerét is, azaz a teljes anyagból egy, – az egészre jellemző – mintát veszünk. Amennyiben nemcsak a növekedés hanem a dokumentumok, tételek stb. darabszámára is kíváncsiak vagyunk, meg kell határoznunk, hogy a vett mintaszám hogyan aránylik a teljes, vizsgálni kívánt anyaghoz?

A vizsgálat kezdőpontját (t_0) tekintve két esetet különböztetünk meg: 1. t_0 előtt nem létezik az időrendbe szedett mintasornak eleme, 2. a vizsgálat a mintasornak csupán egy szeletére korlátozódik.

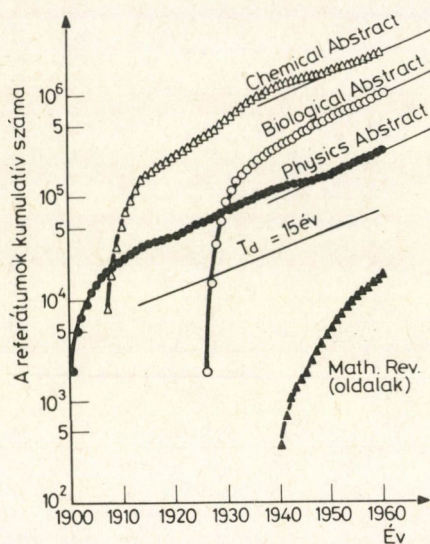
Mindkét esetben a kezdő lépések azonosak: a mintasor elemeit időrendi sorrendbe szedjük.

Mivel a létrejött írott ismeretanyag (információs kvantumok darabszáma, mintaszám stb.) növekedését $[p(t)]$ vizsgáljuk, a $p(t)$ értékeket a $t_i \leq t$ időpontú mintaelemek összegezésével (kumulálásával) nyerjük. Az adatokat féllogaritmikus papíron [$x=t$, $\log y=p(t)$], vagy a $p(t)$ értékek logaritmusát véve [$x=t$, $y=\log p(t)$] milliméter papíron ábrázoljuk.

Amennyiben az előbb említett 1. esettel van dolgunk, a kétszerezési időt a pontsornak vonalzóval való kihúzása, vagy a regressziós egyenes meghatározása után a 2.11 fejezetben közölt módon számíthatjuk.

A 2. pontban leírt esetben azonban figyelmen kívül hagytuk a vizsgálat t_0 időpontja előtt már meglevő $p(t_0)$ ismeretanyagot. Ehelyett adataink az általunk kiindulásnak tekintett, a valóságosnál kisebb értékből indulnak és expo-

nenciális növekedésük ellenére a féllogaritmikus papíron görbe jelleget öltenek. Ilyen görbéket nyerünk, ha pl. egy tudományterület növekedését a referáló folyóiratok alapján kívánjuk meghatározni (17. ábra). A referáló folyóiratok ugyanis zömmel a múlt század utolsó negyedében keletkeztek, mérésünkben a vizsgált tudományterület t_0 időpont előtti akkumulált mérete nincs figyelembe véve. Ezért a tényleges kétszerezési időnél kisebb értéket nyerünk. A valódi kétszerezési idő becslésére például a következő módszerek állnak rendelkezésünkre. Abból a feltételezésből kiindulva, hogy elfogadjuk a hosszú idejű exponenciális növekedés törvényét (1) közelítő adatokat nyerhetünk a görbe végéhez húzott érintő révén, (2) Holt és Schrank módszere alapján⁵ számítással becsülhetjük a t_0 idő előtti méretet vagy (3) a 7. irodalomban közölt többlépcsős korrekciót alkalmazhatjuk.



17. ábra.

A különböző tudományterületek növekedése a referáló folyóiratok referátumai alapján

2.7 A tudományos eszmék terjedése: a járványmodell

Járványon egy ragályos betegség terjedését, a megbetegedők számának növekedését értjük. Terjeszthetik biológiai hordozók (szunyogok, férgek stb.), vagy elegendő lehet a közvetlen kapcsolat a személyek között: a *fertőző*, azaz a fertőzött személy érintkezik egy másikkal, a *fertőzhetővel*,

aki szintén fertőzött lesz, és mint fertőző, most már ő is terjeszti a betegséget. Természetesen az is előfordulhat, hogy valaki ellenálló szervezetű és nem kapja meg a betegséget. Azok a fertőzők, akik meggyógyulnak vagy elhaláloznak, alkotják a *távozók* csoportját.

A járvány matematikai vizsgálata az 1920-as években kezdődött.¹¹

A valóságos járványok lefolyásának leírását célzó teljes matematikai analízis rendkívüli nehézségeket vet fel. Legtöbbször egyszerű modellekkel kell megelégednünk ahhoz, hogy a járvány várható növekedését vagy csökkenését le tudjuk írni, illetve kijelölhessük a lefolyását befolyásoló legfontosabb paramétereket.¹² A kialakult elméletekről átfogó képet nyújt Bailey könyve.¹³

Goffman és Newill 1964-ben a tudományos eszmék és a ragályos betegségek terjedése között azonosságokat tételeztek fel, és az eszmék terjedésének leírására a Reed-Frost járványmodell formalizmusát alkalmazták.¹⁴ A tudományos eszmék terjedésében a biológiai hordozó szerepét a kommunikáció, az információs kvantumok játszik. A fertőzőket azok a szerzők képezik, akik az illető eszmét kommunikálják. A fertőzhetők azokból kerülnek ki, akik olvassák ezek publikációit, vagy hallgatják előadásait. A távozók valami oknál fogva továbbá már nem tekinthetők az illető eszmék terjesztőinek.

A fertőzöttek és a távozók azonosítása, számuk meghatározása aránylag egyszerű a tárgykörben publikált első illetve utolsó cikk dátuma alapján. Sokkal nehezebb, gyakran lehetetlen a fertőzhetők populációjának becslése. A járvány kialakulására illetve elhalására a fertőzhetők száma döntő befolyással bír. A folyamat megindulásához ugyanis a fertőzhetők számának egy bizonyos küszöbértéke szükséges, lelassul ha számuk lecsökken, sőt állandó számú fertőzhetők beáramlása a rendszer oszcillációjához vezethet.

Goffman a matematikai tárgyalásmód két módszerét fejlesztette ki: a determinisztikus és a sztochasztikus modellt.

2.71 A tudományos ismeretek terjedésének determinisztikus modellje

A determinisztikus modell figyelmen kívül hagyja a véletlen hatásokat, a valószínűségi változók helyett azok t időpontbeli várható értékével dolgozik. Tekintsünk egy egyszerű esetet és vizsgáljuk meg a járvány terjedését egy zárt rendszerben, ahol a fertőzhetők (S) és fertőzöttek (I), valamint a távozók (R) összege állandó, azaz

$$N = S + I + R = \text{állandó.}$$

A járványt leíró differenciál egyenletrendszer a következő lesz:^{1 5}

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \quad \rightarrow \quad \frac{dS/S}{dt} = -\beta I \quad (15)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \quad \rightarrow \quad \frac{dI/I}{dt} = \beta S - \gamma \quad (16)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad \rightarrow \quad \frac{dR/I}{dt} = \gamma \quad (17)$$

A fertőzés terjedéséhez, azaz a járványállapot stabilizálódásához a

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I > 0 \text{ feltétel szükséges,}$$

azaz az egyenlőtlenség jobb oldalát tekintve

$$S > \gamma/\beta \quad (18)$$

ami a fertőzhetők számára egy határsűrűséget tételez fel. A járványállapot tehát egy t_0 időponttól kezdődően léphet fel, amely időpontban S_0 meghaladja a γ/β értéket. A járvány maximumát a szélsőértékszámítás szabályainak megfelelően kapjuk. A növekedés ugyanis akkor vált csökkenésbe, ha a fertőzhetők (S) és fertőzöttek (I) összegének időbeni változása $d(S+I)/dt$ a legnagyobb.

A $\frac{dS}{dt}$ és $\frac{dI}{dt}$ értékeit a (15) és (16) egyenletekből behelyettesítve kapjuk:

$$\frac{d(I+S)}{dt} = -\beta SI + \beta SI - \gamma I = -\gamma I. \quad (19)$$

A $\frac{d(I+S)}{dt}$ szélső értékét megkapjuk, ha a fenti egyenletet differenciáljuk, majd nullával tesszük egyenlővé, azaz

$$\frac{d^2(I+S)}{dt^2} = -\gamma \frac{dI}{dt} = 0. \quad (20)$$

A (16) egyenlet behelyettesítésével kapjuk:

$$-\gamma (\beta SI - \gamma I) = 0. \quad (21)$$

Mivel a γ -állandó nem lehet zérus, így

$$\beta S - \gamma = 0, \quad (22)$$

amiből

$$S = \frac{\gamma}{\beta}, \quad (23)$$

azaz a járvány növekedésének átmenete a csökkenésbe ugyanazon határértéknél következne be, mint amelynek túllépése kellene a járvány kialakulásához. Zárt populációkban tehát járvány nem alakulhat ki. A populációnak nyílnak kell lennie, azaz a fertőzők, fertőzhetők és távozók száma összegének (N) időben növekedni kell, ami a fertőzhetők és fertőzöttek állandó utánpótlását jelenti.¹⁶

A differenciál egyenletrendszerbe ezek újabb sebességi állandóit beírva és az előbbi megfontolásokat végigvezetve a járvány kialakulásához a nyitott rendszerben is kell a fertőzhetőknek egy határsűrűsége, továbbá a folyamat véges idő alatt akkor és csakis akkor ér el maximumot, ha az

$$S + I = \text{állandó}, \quad (24)$$

vagy

$$\frac{dR}{dt} = \text{állandó}, \quad (25)$$

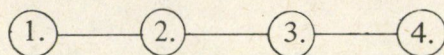
azaz a folyamatban a fertőzők és fertőzhetők számának összege állandó marad, vagy az időegység alatt távozók száma állandó.¹⁶

Goffman elméletét alkalmazta a Selye János által összeállított hízósejt (mast cell) bibliográfiára, amely 1878–1963-ig tartalmazta a publikációkat.¹⁷ A teljes populációnak (N) a bibliográfiában szereplő szerzők számát vette. Egy kutató fertőző, illetve távozó lett a bibliográfiában szereplő első és utolsó publikációjának évében. Megállapította, hogy a hízósejt kutatás – Ehrlich első cikkét (1877) követően – mintegy 60 év múlva, 1939-ben jutott a járvány állapotába.

A tudományos információ terejedése valójában egy nagyon bonyolult folyamat.¹⁸ Az itt vázolt modell például nem vette figyelembe a folyóiratok közvetítő szerepét. Számuk döntő lehet egy eszme elterjedésében. Ezt abból is láthatjuk, hogy egy új, fejlődő tudományterületnek szüksége van a szinte egymás után születő, a területtel foglalkozó szakfolyóiratokra.

2.72 A tudományos ismeretek terjedésének sztochasztikus modellje¹⁹

Egy tudományos felfedezést felfoghatunk mint az információk teljes, rendezett és véges halmazát $D=\{a, b, \dots, n\}$. A felfedezés ugyanis az emberi megismerés terméke, amelyet kommunikálni kell, hogy azt mások is felfoghassák, megérthessék. Ezért kell a rájuk vonatkozó információk halmazának *teljesnek és rendezettnek*, kommunikálhatóságukhoz pedig *végesnek* lenniük. Az információs halmaz a fejlődés különböző diszkrét fázisaiban tartózkodhat. Ezek a következők:



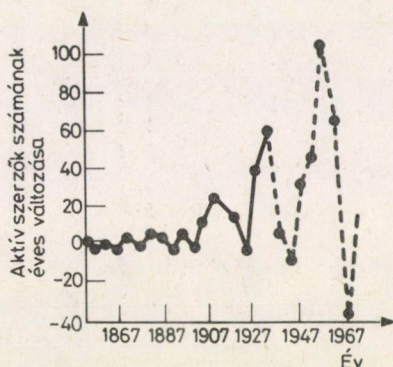
A kutatás az új tématerületeken kevés és rendezetlen információval indul. Az *első fázis* tehát az *elégtelen és rendezetlen információk halmaza*. A feladat egyre több információ gyűjtése és rendszerezése. Így juthatunk el a *második fázisba*, az *elégtelen, de rendezett információk halmazába*. Az adatok további gyűjtésével elérhetünk egy olyan fázisba, ahol az adatok mennyisége már elégségesnek tűnik, de a korábbi rendezett elképzelésünk ezáltal felborul. A *harmadik fázis* tehát, az *elegendő de rendezetlen információk halmaza*. Most már csupán ezek rendezése van hátra és elértük a *negyedik fázist*, az *elegendő és rendezett információk halmazát*. A nem releváns és a redundáns információkat kiszűrték, a kép összeállt. A fejlődés azonban nem áll meg. Az újabb információk részben vagy egészben felborítják az elképzelést. A rendszer visszatér a második vagy harmadik fázisba, esetleg az elsőbe.

Matematikailag egy ilyen rendszert egy négy állapotú sztochasztikus modellel jellemezhetünk. Egyik fázisból a másikba való átmenet valószínűségével leírható a tudományterület mozgása a négy állapot között.

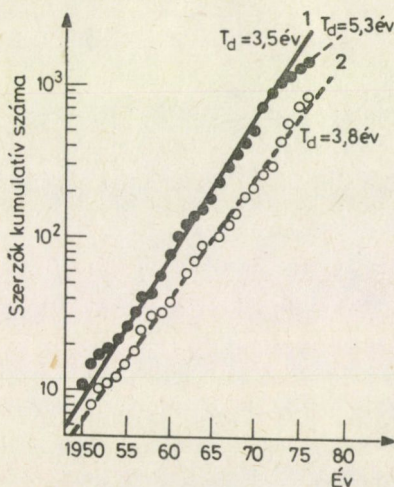
Goffman ezt a tárgyalásmódot alkalmazta a szimbolikus logikára Church bibliográfiájának (1847–1932) felhasználásával. Az újonnan fertőzőkké váltak és a távozók számának különbsége, azaz a terület új aktív művelőinek száma évente az idő függvényében 12,5 éves periódussal visszatérő maximu-

mokat mutatott. A szimbolikus logika fejlődése tehát egy visszatérő járványsorozat volt (18. ábra), amelyben a járványt mindig egy-egy alapvető felfedezés stabilizálta.¹⁹

Viaszatérve az eddigi tárgyalásban többször példaként említett nukleáris analitikának a prompt nukleáris módszeréhez, a fertőzők számának időbeli változását a 19. ábra 1. egyenese, a távozókét a 2. egyenese mutatja.²⁰ Előbbi $T_d=3,5$ éves kétszerezési ideje hibahatáron belül megegyezik a publikációk számának 3,3 éves (6. ábra, 4. görbe), továbbá a publikált módszerek 3,2 éves (8. ábra, 1. görbe) kétszerezési időivel. A fertőzők és a



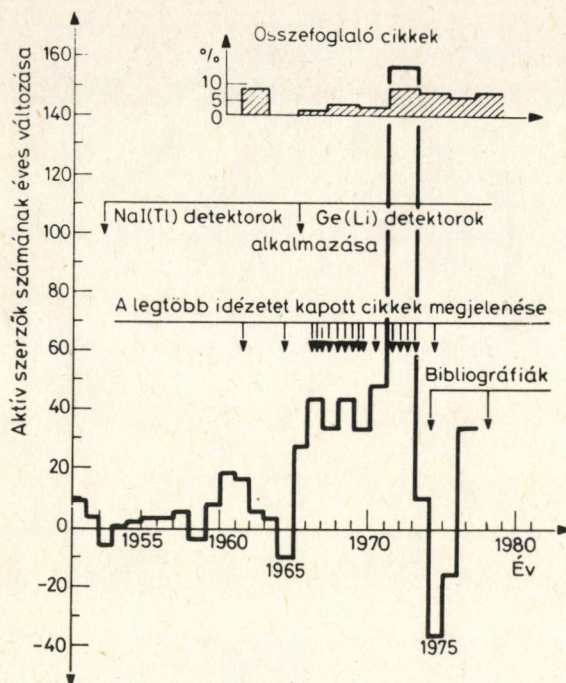
18. ábra.
A szimbolikus logika járványgörbéje



19. ábra.
A prompt nukleáris analízis fertőző (1) és távozó (2) kutatói kumulatív számának növekedése

távozók mért adatainak évenként képzett különbsége 11 éves ciklussal visszatérő járványt mutat 1950, 1961 és 1972 évi csúcspontokkal (20. ábra).

Ismerve tehát a prompt nukleáris analízis járványhullámain, megkíséreljük felsorakoztatni azokat a lehetőségeket, regisztrálni a hatásokat, amelyek létrehozták azokat.



20. ábra.

A prompt nukleáris analízis járványgörbéje

Az 1949 és 1952 között megjelenő publikációk a magfizikai kutatás melléktermékei. Az első kifejezett járvány az ötvenes évek elején kezdődött a NaI(Tl) detektorok elterjedése révén, amely 1961-ig eljutott az ismeretanyag rendszerezéséig, amint ezt az 1961 és 1962 években megjelent összefoglaló cikkek bizonyítják.

A félvezető detektorok alkalmazása vezette be a **harmadik**, a legnagyobb méretű járványt az 1965 és 1974 évek között. Az erősen idézett közlemények újabb és újabb lökést adtak a területnek, amely által a járvány elérte legnagyobb méretét 1971-ben kb. 100 új fetőzőttel. Az ismeretanyag rendszerezése párhuzamosan folyt annak szerzésével. Erről az összefoglaló dolgozatok tanúskodnak. Arányuk ugyancsak 1971-ben érte el a maximumot, az évente

megjelenő publikációk közel 10%-át. A harmadik járványszakasz lezárulásával már a bibliográfiák is megjelentek.

Az egyes tudományterületek analizisével tehát a determinisztikus modell segítségével megállapíthatjuk, hogy mikor jutott az illető terület a járvány állapotába, meddig tartott ez a járvány, esetleg sikerül a sebességi állandókat is meghatározni. A sztochasztikus modell rávilágíthat a járvány belső szerkezetére, a kiváltó okokra. A járvány fázisainak azonosítása azonban meglehetősen bonyolult feladat, csak kellő körültekintéssel történhet.

A járványok belső szerkezetének vizsgálatára már nem elegendők a mennyiségi módszerek, hanem a tudományágak más, kvalitatív elemzése kívánatos. A járványok kialakulása a tudomány paradigmáinak megváltozásával, az egész tudományt érintő új felfedezések megjelenésével függenek össze.^{21,22} A szimbolikus logikának pl. a század első évtizedében tapasztalható járványát feltehetően B. Russell és A. N. Whitehead alapvető jelentőségű munkáinak megjelenése váltotta ki. A 20-as évek közepétől tartó járvány feltehetőleg a bécsi iskola kialakulásával, illetve Wittgenstein munkásságával állnak összefüggésben.

Irodalomjegyzék a 2. fejezethez

1. D. de Solla Price, Kis tudomány – nagy tudomány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.
2. V. V. Nalimov, G. M. Mulcsenko, Tudománymetria. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980.
3. B. M. Manzer, The Abstract Journals 1790–1920. Origin, Development and Diffusion. Metuchen, N. J. and London, Scarecrow Press, 1977.
4. Bujdosó E., Az ISI szakirodalmi információs rendszerei az MTA Könyvtárban. Könyvtári Figyelő, 26 (1980) No. 6, 581.
5. Ch. C. Holt, W. E. Schrank, Growth of the professional literature in economics and other fields and some implications. Amer. Docum., 19 (1968) 18.
6. E. Bujdosó, L. Tóth, Industrial analytical application of particle accelerators. J. Radioanal. Chem., 59 (1980) 255.
7. T. Braun, E. Bujdosó, W. S. Lyon, An analytical look at chemical publications. Anal. Chem. 52 (1980) No. 6, 617A.
8. T. Braun, S. Zsindely, Growth of scientific literature and the Barnaby Rich effect. Scientometrics, 7 (1985) 529.
9. H. W. Menard, Science: Growth and Change. Harvard University Press, Cambridge, 1971.
10. W. D. Garvey, Communication: The Essence of Science. Pergamon, New York, 1979.
11. W. O. Kermack, A. G. McKendrick, Proc. Roy. Soc., A 115 (1927) 700.
12. J. Gillis, The mathematical theory of epidemics. Inferdisc. Sci. Revs., 4 (1979) 306.
13. N. T. Bailey, The Mathematical Theory of Epidemics. London – Griffin, New York – Hafner, 1957.
14. W. Goffman, V. A. Newill, Generalization of epidemic theory. Nature, 204 (1964) 225.
15. W. Goffman, Stability of epidemic process. Nature, 210 (1966) 786.
16. W. Goffman, An epidemic process in an open population. Nature, 205 (1965) 831.

17. W. Goffman, Mathematical approach to the spread of scientific ideas—the history of mast cell research. *Nature*, 212 (1966) 449.
18. W. Goffman, K. S. Warren, *Scientific Information Systems and the Principle of Selectivity*. Praeger, New York, 1980.
19. W. Goffman, G. Harmon, Mathematical approach to the prediction of scientific discovery. *Nature*, 229 (1971) 103.
20. E. Bujdosó, W. S. Lyon, I. Noszlopi, Prompt nuclear analysis. Growth and trends. *J. Radioanal. Chem.*, 74 (1982) 197.
21. T. Kuhn, *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat, Budapest, 1984.
22. M. Burger, E. Bujdosó, Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science; in R. J. Field, M. Burger (Szerk.): *Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems*. Wiley, New York, 1985, Chapter 16, p. 565.

3. A tudományos publikálás és kommunikálás

Amint azt az 1.6 fejezetben láttuk, az alapkutatást végző kutató erőfeszítése az új információ előállítására irányul. Ezek közlése révén a tudományos közösség képes azt asszimilálni, a már meglevő tudományos ismeretanyagba beépíteni.

A publikálás ennek a folyamatnak csupán az első lépését, a tudományos ismeretek terjesztését jelenti. Ez azonban nem elégséges, ahogyan azt Manten¹ cikkének címében megfogalmazta: „A tudományos információ publikálása nem azonos a kommunikációval”.

Az információelmélet a kommunikáció fogalmán az információk átadásával kapcsolatos folyamatokat érti. A kommunikációs rendszer tehát adóból, vevőből és az információt hordozó közegből áll, valamint a vevő és adó közötti visszacsatolást is feltételezi.

A tudományos kommunikálás tehát magában foglalja a kutatási eredmények *publikálását*, az információhordozókban való *áramlását*, az információknak mások által való *megismerését*, *befogadását* és a tudományos ismeretanyagba való *beépülését*.

A *kutatási eredmények kommunikálásának alapvető jellemvonásai*: (1) az ellenőrzöttség és elismertség, (2) a visszacsatolás, azaz a létrehozott információ „látható” kell legyen annak érdekében, hogy visszatáplálódjék és elősegítse az új információ létrehozását, továbbá (3) a nemzetköziség. Más szavakkal: ismeretlen, rendszertelenül megjelenő, vagy a nemzetközi tudományos közösség nagy része által érthetetlen nyelven publikáló folyóiratban való közlés csupán a szerző közlési vágyának kielégítését, publikálást jelent, de kommunikálást nem.

A publikálásnak és a kommunikálásnak van egy másik – a fent körvonalazottól – eltérő jellegű és célú köre is, amely nem nemzetközi közösségben bonyolódik, hanem lokális vagy regionális dimenziójú és ennek megfelelő célokat szolgál. Ez szintén rendkívül jelentős lehet a megfelelő területen.

3.1 A tudományos folyóiratok létrejötte

A tudományos eredmények terjesztése – eltekintve egyes népszerű almanachoktól és kalendáriumoktól – szinte kizárólag könyveken és a tudós társakhoz írt leveleken keresztül történt a tudomány hőskorában. A levelek személyek vagy csoportok legújabb kísérleti eredményeit szállították a távolabb tevékenykedő személyekhez vagy csoportokhoz azzal a céllal, hogy azok az eredményeket megismerjék, majd szóban vagy írásban is továbbítsák. Ilyen módon központok, „levelesládák” jöttek létre. Az egyik legjelentősebb „levelesláda” Henry Oldenburg, az Angol Királyi Társaság titkára volt, aki a Társaság ülésein ezeket a leveleket felolvasta és egyben értesítette a levelek íróit a Társaság ülésein történekről. Valószínűleg a kiterjedt levelezéssel kapcsolatos sok munka adta neki azt az ötletet, hogy magánvállalkozásként folyóiratot hozzon létre. 1665-ben jelent meg a *Philosophical Transactions* c. folyóirat. Ezzel egyidőben, sőt azt 3 hónappal megelőzve jelent meg francia társa, a *Journal des Sçavans*, mely – eltérően az angol folyóirattól – leginkább csak könyvismertetéseket közölt. Így a tudományos folyóirat prototípusaként inkább a *Philosophical Transactions*-t tekinthetjük.

A folyóiratok létrejötte nem szüntette meg a tudósok levelezését. Leibnitz a berlini Akadémia megalapításakor a „levelező tagok” hálózatának kialakításán fáradozott, ugyanakkor sürgette, hogy az Akadémia saját folyóiratot is hozzon létre. A folyóiratcikk többek között a szakmai viták, a prioritási civódások nyilvános arénája lett, míg a levelek inkább a személyes jellegű információk hordozóiként szolgáltak. A jelentős munkákat továbbra is a levelekben vitatták meg. Az eredmények részletei ugyan folyóiratcikkek formájában is megjelentek, de a teljes és rendezett ismeretanyagot végül is a könyveknek kellett tartalmazniuk. Ez a szokás a XVIII. század végéig fennmaradt. A XIX. században éppen a prioritási igények miatt a hangsúly kezdett áthelyeződni a folyóiratokra és a könyvek jelentősége, mint az eredeti tudományos eredmények publikációs formája, kezd csökkenni. A kutatók nem várták meg egy hosszú kísérletsorozat végét – ami egy monográfia megírásához elengedhetetlen – hanem igyekeztek azt részleteiben, minél hamarabb, folyóiratcikkenként megjelentetni. Annál is inkább, mivel szokásos volt a könyv kéziratát kritikai megjegyzések céljából tudóstársaikhoz elküldeni. Ennek eredményeként némileg csökkenthették a szép számú prioritási vitákat, hiszen amikor egy tudós saját, esetleg még ködös gondolatait egy társának kéziratában leírva látta, azokat magáénak tulajdonította. A folyóiratok ez ellen bizonyos védelmet nyújtottak.

Az idők során a folyóiratok és a folyóiratcikkek számos változáson mentek keresztül. Tekintsük át a leglényegesebb változásokat.

A cikkek nyelve országonként változott. Például a *Philosophical Transactions*-ban kizárólag angol nyelvű cikkek jelentek meg. Kis országokban, mint pl. Svédországban vagy Dániában latinul írták a cikkeket. Érdekes, hogy Németországban a berlini Akadémia még a XVIII. század elején is csak latinul közölt, sőt latin nyelvű monográfiákkal még a XVIII. század végén is találkozhatunk Németországban, pedig akkor már máshol kizárólag élő nyelveken publikáltak.

A természettudományokban az I. világháborúig a német volt az uralkodó nyelv, majd az angol került előtérbe. A 20-as évek végére a német nyelvnek sikerült visszahódítania vezetőszerepét, a II. világháború után azonban újra az angol került az élre. Vezetőszerepét máig megőrizte. Manapság a természettudományos publikálásban a nyelvek sorrendje a következő: angol, orosz, német és francia.

A cikkek felépítésében is folyamatosan mentek végbe a változások. A korábbi cikkek összefoglalóit (abstract) a hosszabb, leíróbb cím pótolta. A hivatkozások gyakran hiányoztak, vagy nem tartalmaztak visszakeresésükhöz megfelelő adatokat. A sorok között, vagy lábjegyzetben sokszor csak a név és cím (X doktor vagy Y professzor) volt megemlítve. A hivatkozások számának növekedése, valamint ezek megadásának fokozottabb pontossága, a szerzők rangjainak és címeinek elhagyása a tudomány bonyolultabb szerkezetének és demokratikusabb szervezetének a kialakulásával függ össze.

A tudományos közelmények mai alakja: cím, szerző(k), a szerző(k) munkahelye, a cikk beérkezési vagy elfogadási dátuma, összefoglalás, bevezetés, azaz az előzmények tárgyalása, a vizsgálat célja, a felhasznált eszközök és metodika, eredmények, azok értelmezése és beépítése a korábbi ismeretekbe, irodalomjegyzék a cikk végén vagy lábjegyzetben. Ez a forma csupán a XX. század első negyedében alakult ki a természettudományokban.

A korai tudományos folyóiratok cikkei nem korlátozódtak az új eredményekre. A szerzők egyszerre több helyen is publikálták eredményeiket, hiszen még nem léteztek hozzáférhető könyvtárak, amelyekben a világ számottevő folyóiratai megtalálhatók lennének. Az egyes folyóiratok előfizetői maguk a tudósok voltak, akik néha nagy utakra kényszerültek, hogy hozzájussanak valamely tudós társaság által kiadott folyóirathoz a társaság könyvtárában. Gyakran valamely társasági tagsággal együtt járt, vagy a tagsági díjban benne foglaltatott a társaság által kiadott folyóirat ára is. A II. világháború után a folyóiratok árának emelkedése, továbbá a könyvtáraknak, egyetemeknek, intézményeknek stb. nyújtott növekvő mértékű támogatás lehetővé tette a folyóiratok átgondolt beszerzését, amely egyben a magán előfizetők számának rohamos csökkenéséhez vezetett.

A folyóiratok kiadása kezdetben a tudós társaságok privilégiuma volt. A

tudományos eredményeknek sokszor évekig kellett várniok, míg megjelen-
hettek. Először ugyanis elő kellett adni a társaság valamely ülészakán, majd
meg kellett várni, amíg a számhoz elegendő mennyiségű anyag összegyűlt. A
XVII. sz. egyik legjelentősebb tudományos folyóiratában a *Histoire et
Mémoires*-ben, amelyet az Académie Royale des Sciences adott ki, a cikkek
2–7 év alatt jelentek meg. A tudományos eredmények terjesztésében ennek
következtében a levelek jelentősége változatlan maradt. Még Newton
eredményeiről sem elsődlegesen a folyóiratcikkeiből szereztek tudomást.

A tudós társaságok okozta nyelvi kötöttségek és a hosszú átfutási idő
leküzdésére magánvállalkozásban kezdtek folyóiratok alakulni. Az elsőt a
francia J. B. F. Rozier alapította, aki folyóirata létrehozásának szükségszerű-
ségét beköszöntőjében a fenti két okkal indokolta. Noha a folyóiratok száma
a XVIII. században rohamos növekedésnek indult, specializálódásukra
azonban még várni kellett. A folyóiratok ekkor még a tudomány összes
területeiről közöltek cikkeket. Ez alól csupán az orvosi jellegű folyóiratok
képeztek kivételt.

A folyóiratok szakosodása a tudós társaságok szakosodásával indult el,
akik kiválva az anyaegyesületből, létrehozták saját folyóirataikat is. Ez a
folyamat főként a XIX. században zajlott és a tudományos ismeretanyag
növekvő mértékű felgyülemelésének, továbbá a kutatások szakosodásának
volt az egyenes következménye.

A későbbiek során, főként a II. világháború után a folyóiratok mellett
egyéb tudományos információhordozók is kialakultak (reportok, preprintek,
konferencia anyagok stb.), amelyek az egyes tudományterületeken különbö-
ző mértékű jelentőségre tettek szert. A könyvek továbbra is jelentős szerepet
töltenek be a tudományban, noha a XX. században – főként a „kemény”
tudományokban – jelentőségük viszonylagosan csökkent. Ezt azon is
lemérhetjük, hogy pl. 1956-ban a fizikai, kémiai, élettani folyóiratcikkekben
a könyvek az idézeteknek kb. 10%-át, a biológiai cikkekben az idézeteknek
kb. 20%-át, a matematikai cikkekben pedig a 20% fölötti részarányát kapták.
A szociológiában ez az érték kb. 50% volt.²

4. táblázat

Az idézetek százalékos megoszlása a különböző dokumentumtípusok között
a természettudomány, a mérnöki tudományok és a társadalomtudományok terén³

| Típus | Természet- tudomány | Mérnöki tudományok | Társadalom- tudományok |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Könyvek | 12 | 14 | 46 |
| Folyóiratok | 82 | 70 | 29 |
| Egyéb (a reportokat is beleértve) | 6 | 16 | 25 |

A vizsgálatok azt mutatják,³ hogy napjainkban a teljes tudományos szakirodalom hivatkozásainak kb. 80%-a a primér folyóiratcikkekre vonatkozik. Relatív arányuk fokozatosan csökken, ha a műszaki és a „lágy” tudományok területére lépünk át (4. táblázat).

3.2 A tudományos kommunikálás csatornái

A kommunikálás csatornáinak két nagy csoportját különböztethetjük meg: „nem hivatalos” *informális*, valamint „hivatalos” *formális* csatornákat. A folyóiratcikk a maga csaknem egy évszázad alatt kialakult szerkezetével, lektorált és szavatolt, valamint a szerkesztőbizottságok által fémjelzett tartalmával élesen elkülönül az informális területtől. A tudomány eddigi integritása a folyóiratok létének, a folyóiratcikk három évszázad során kialakult önszervező „minőségellenőrzésének” köszönhető, amely a korrekt versengés, a szakterület művelőinek önszabályozó hatású szkepticizmusából és a folyóiratcikk elfogadási rendszeréből fakad.⁴⁻⁶

Informális csatornák

Mérések szerint a folyóiratokban publikált eredmények 90%-át a formális kommunikálás előtt az informális csatornákon keresztül teszik közzé.⁶ Ezek a következők:

1. tudományos összefoglalók előadásai (szóbeli közzététel),
2. jelentések (reportok),
3. értekezések, disszertációk,
4. preprintek,
5. konferencia anyagok (proceedings-ek).

A legtöbb kutató előbb beszél eredményeiről és csak azután ír. A *tudományos összefoglalók* (intézeti beszámolók, kollokviumok, konferenciák, kongresszusok stb.) kitüntetett szerepet töltenek be a kommunikálási folyamatban. Ez az információcsere első lépése, a primér információ melegágya. Az információ terjesztése a résztvevők körén túlmenően a kérésre megküldött előadásszöveg révén történik. A legtöbb szerző munkáját vagy annak főbb részét a szóbeli prezentálás után publikálja: mérések kimutatták, hogy az előadások kb. 65%-a formalizálódik, azaz lesz folyóiratcikk.^{6,7}

Külön kategóriát képeznek a nem nyilvános írott publikációk. Gyakorlatilag nem biztosítják a prioritást. Van azonban bizonyos előkészítő szerepük

az új eredménynek az információs áramlásban való formális bekerülésében. Ezt a célt szolgálják a *jelentések*, amelyek néha sokat mondanak el a szerzők gondolataiból, tapasztalataiból.

Az *értekezések* az új információtermelők produktumai, amelyek a legtöbb részletet tartalmazzák a téma előzményeiből. Mindkét forma kb. 20-20%-ából lesz folyóiratcikk.⁶

A *preprintek* a folyóiratok szerkesztősegeihez elküldött, vagy már elfogadott kéziratok, amelyeket a szerző szűk körben terjeszt. Meglehetősen általános szokás a kéziratoknak korlátozott számú szétküldése előzetes véleménykérés céljából a végleges változat elkészítéséhez.

A konferencia anyagok gyűjteményes kiadványa a *proceedings*, amely vagy a konferenciával egyidőben, vagy röviddel utána jelenik meg, megtévesztő átmenetet képez az informális és formális csatornák között. Az ebben megjelenő publikáció ugyanis lényegében lektorálatlan, ellenőrizetlen, az informális – szóbeli közlés – csatornába tartozik. Itt némi pontatlanság elkövetése, spekulatív előadásmód miatt a tudományos közösség a szerzővel szemben sokkal elnézőbb, mint pl. a folyóiratcikkeknél.

Az előadás elfogadása a konferencia rendezőbizottsága által (amely legtöbb esetben csak a kivonat alapján történt) a kötetnek formális színezetet ad. Szerepe ennek ellenére igen jelentős a kommunikálás folyamatában, mert: (1) a résztvevők körén túl terjeszti az információt és (2) koncentrálja a témában végzett legfrissebb eredményeket.

Még egy igen lényeges informális csatornáról kell szólnunk, a *személyes kapcsolatról*. A kérdés részletes vizsgálata mutatta, hogy a kutatók átlagára aránylag kevés számú, véletlen eloszlású, a tudomány sok területére kiterjedő kapcsolat jellemző. A különösen aktív kutatási területeken ezzel ellentétben a kommunikálás nagyon intenzív egy aránylag szűk „eliten” belül, akiken keresztül jut el az információ a körjük csoportosult munkatársakhoz, kutatókhoz.⁸

Formális csatornák

A folyóiratcikk „*hivatalos*” abban a tekintetben, hogy (1) a kéziratot lektorálták, (2) ez alapján módosíthatták, (3) ellátták a beérkezés dátumával, továbbá olyan bibliográfiai adatokkal, amely segítségével egyértelműen fellelhető és idézhető. „*Nyilvános*” abban az értelemben, hogy bárki küldhet publikálásra cikket, továbbá bárki hozzáférhet könyvtárakban vagy előfizetés útján.

A tudományos kommunikálásban nem elhanyagolható a folyóiratcikkek-

nek különlenyomatok formájában történő disszeminálása, amit maga a szerző végez a hozzá érkező kérésekre, vagy kérés nélkül. Az évente világszerte szétküldött különlenyomatok számát mintegy 20 millióra becsülik.⁹

Amint azt már láttuk, a folyóiratcikkek mai formája, tagozódása, századunk tizes éveiben kezdett kialakulni. Az Amerikai Mikrobiológiai Társaság Folyóiratai Szerkesztőinek Tanácsa szerint a természettudományos publikáció első közzététele kell legyen az eredeti tudományos információnak olyan formában, amelyből az egyenrangúak (peer-ek) megismételhetik a kísérleteket és megvizsgálhatják a következtetéseket. Ezért azt olyan helyen kell közölni, amely nyilvános és könnyen hozzáférhető a nemzetközi tudományos közösség számára. Ezeknek, a primér tudományos publikációra vonatkozó követelményeknek szerintük is csak a folyóiratcikk tesz eleget.¹⁰

A folyóiratoknak kialakult hierarchiája van, amelyet a legtöbb szerző nagyon jól ismer. A hierarchia tetején helyezkednek el a legnagyobb presztízzsel rendelkező folyóiratok, és ezeknél a legmagasabb a kéziratok visszautasítási arányszáma. Természetesen ezek biztosítják a legeredményesebb kommunikálást. Ha egy dolgozatot valamely folyóirat visszautasít, a szerzője általában nem fogja azt egy fokozattal nagyobb presztízzsel rendelkező folyóirathoz küldeni, hanem alsóbb szinteken próbálkozik újra.¹¹ Így a dolgozat publikálásra kerül ugyan, de kommunikálási értékéből arányosan veszít.

3.3 Szerkesztők és szerkesztőbizottsági tagok mint a tudomány várának kapuőrei

Mint azt már többször is említettük, a tudomány eddigi integritását egyes szerzők szerint^{6,12} a folyóiratok léte, ill. a folyóiratok szerkesztőinek bíráló tevékenysége őrizte meg. Ezt a tevékenységet a korrekt versengés, a szakterület művelőinek „önszabályozó” szkepticizmusa, végső soron a folyóiratcikk elfogadási rendszere alakította ki.

A tudományos folyóirat tehát mint a tudományos cikkek formájában közölt eredmények hordozója, terjesztője és tárolója, a kutató munkájához nélkülözhetetlen. A tudomány művelőinek ugyanis létszükségletük, hogy mások eredményeit megismerjék, valamint az is, hogy saját eredményeiket publikálják és kommunikálják. Aki ezt nem tenné meg, megszűnne kutatónak lenni.¹² A tudományos közösség számára viszont nem közömbös, hogy mi lát napvilágot az egyre szaporodó folyóiratokban. Ez a közösség arra törekszik, hogy a tudományt megvédje a kontárok, a sarlatánok és a kellő

képzettséggel nem rendelkezők szellemi termékeitől, gátat vessen az ezek által írt cikkek megjelenésének. A folyóiratok szerkesztőségei a hozzájuk beérkező cikkekből válogatva arra törekcsenek, hogy a lehető legjobb minőségű, a folyóirat célkitűzéseinek legmegfelelőbb cikkeket jelentssék meg, hiszen egy ilyen válogatásra már a korlátozott publikálási kapacitás miatt is szükségük van. Itt a „legjobb minőségű” kifejezés relatív fogalom, a hierarchikus rendben felül álló folyóiratok utasítják el legnagyobb arányban a kéziratokat, míg a kisebb presztízzsel rendelkezők, melyeknek kommunikálási szintje alacsonyabb, nem ítélnék ilyen szigorúan.^{1 1}

A fenti feladat, vagyis a tudományos folyóiratok őrzése az „illeték-telenek” ellenében, valamint a beérkező kézirat-anyagból való válogatás a folyóirat főszerkesztőjére hárul. A főszerkesztő, a szerkesztőbizottsági és tanácsadó bizottsági tagok, valamint a szakmai bírálók „kapuőrökként” azon munkálkodnak, hogy a folyóirat csak megfelelő színvonalú és a tudomány fejlődését elősegítő cikkeket adjon közre.^{1 3}

A szerkesztőknek mint bírálóknak fent említett szerepe – mondhatni – egyidős magával a tudományos folyóirattal. Így például az *Observation sur la Physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts* c. francia tudományos folyóirat már 1773-ban szerzői számára kiadott tájékoztatójában („Avis”) közölte, hogy a tudomány tekintélyének megőrzése céljából csak megfelelő színvonalú és kidolgozású kéziratokat fogad el közlésre.^{1 4}

A szerkesztői feladatokat a tudományos kutatás elismert, nagy tekintélyű művelői szokták ellátni. Nevük általában a folyóirat borítóján, feltűnő helyen szerepel és ez a megbízatás nemcsak a folyóiratoknak, hanem az ezen tisztet betöltő kutatóknak is tekintélyt, rangot kölcsönöz. Működésük nemcsak a folyóirat szempontjából lényeges, hanem a tudomány fejlődésére is hatást gyakorolhat, sőt az illető területen dolgozó kutatók számára is jelentős, mivel befolyásolhatja az akadémiai ranglétrán való felemelkedésüket,^{1 5, 1 6} és eredményeik publikálásánál a szerkesztői ítéletek sorsdöntőek lehetnek.^{1 7}

A kéziratok elbírálása, a szerzővel való kapcsolattartás fárasztó, kényes és időt rabló tevékenység. Ezt – feltehetően – ellensúlyozza a legfrissebb információhoz való hozzájutás, továbbá az is, hogy a szerkesztők rajta tarthatják kezüket a tudományos kutatási tevékenység érverésén.

Ez a hagyományos rendszer – amint azt a tudományos kutatás eddigi működésének eredményein lemérhetjük – ragyogóan működött a múltban. Jelenlegi változata önszervező formában fejlődött ki és megváltoztatására – a néha hallható disszonáns hangok ellenére – nincs ok mindaddig, amíg ennél jobb nem alakul ki. Nem is valószínű, hogy a közeljövőben változni fog. Erre a tudomány „beépített szkepticizmusa” a biztosíték. Akiknek a cikkeit elfogadják és publikálják – mindig lesznek ilyenek és ezek képviselik a

tekintélyt — miért is törekednének a számukra kedvezően kialakult rend megváltoztatására?

Gordon¹⁸ egyik 1977-ben megjelent dolgozatában hangsúlyozza, hogy a szerkesztők és bírálók, akik a tudományos folyóiratok hön öhajtott lapjain való szereplés felett örködnek, különösen a legrangosabb folyóiratok „kapuörzöi” (gatekeepers), alapvető stratégiai szerepet töltenek be az illető tudományterület fejlődésében.

A stratégiai szerepek nemzetek közötti megoszlására Zsindely és munkatársai¹⁹ végeztek tudományometriai vizsgálatokat. Meghatározták a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságainak nemzetek szerinti összetételét. Megvizsgálták, hogy az egyes országok milyen arányban vesznek részt a tudományterületek nemzetközi folyóiratainak szerkesztésében. 253 nemzetközi természettudományos folyóirat szerkesztőinek nemzeti megoszlását a 5. táblázat mutatja be. A táblázatból leolvasható, hogy

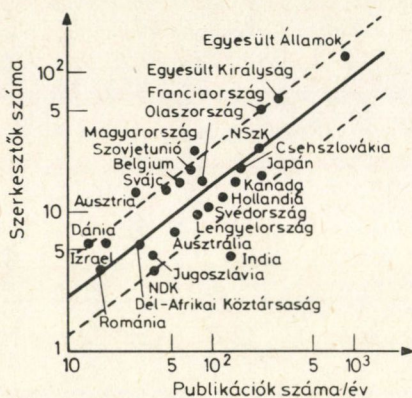
5. táblázat

Az egyes országok részvétele a világ nemzetközi természettudományos folyóiratainak szerkesztőbizottságában

| Rangsor | Ország | Részesedés % | Szerkesztőbizottsági tagok száma a 253 vizsgált folyóiratban |
|---------|--------------------|-----------------|--|
| 1 | Egyesült Államok | 28,30 | 2371 |
| 2 | Egyesült Királyság | 14,63 | 1200 |
| 3 | NSZK | 10,25 | 841 |
| 4 | Franciaország | 5,34 | 438 |
| 5 | Japán | 3,06 | 251 |
| 6 | Svájc | 3,00 | 246 |
| 7 | Olaszország | 2,90 | 238 |
| 8 | Kanada | 2,85 | 234 |
| 9 | Hollandia | 2,84 | 233 |
| 10 | Szovjetunió | 2,67 | 219 |
| 11 | Svédország | 2,31 | 183 |
| 12 | Ausztria | 1,96 | 161 |
| 13 | Ausztrália | 1,93 | 158 |
| 14 | Belgium | 1,83 | 155 |
| 15 | NDK | 1,60 | 131 |
| 16 | Csehszlovákia | 1,45 | 119 |
| 17 | Magyarország | 1,44 | 118 |
| 18 | Izrael | 1,24 | 102 |
| 19 | Lengyelország | 1,10 | 90 |
| 20 | Dánia | 1,04 | 85 |
| 21 | India | 0,89 | 73 |
| 22 | Norvégia | 0,76 | 62 |
| 23 | Finnország | 0,57 | 47 |
| 24 | Jugoszlávia | 0,48 | 39 |

mindössze 3 ország kutatói foglalják el a természettudományi folyóiratok szerkesztői és szerkesztőbizottsági helyeinek 50%-át.

Ami az egyes tudományterületeket illeti, a területek nemzetközi folyóiratai szerkesztőbizottságaiban jelentősebb szerepet játszó országok rangsorát a 6. táblázat mutatja. A táblázatból leolvashatjuk, hogy kevés olyan ország van, amely pozícióját minden tudományterületen egyenlő mértékben meg tudja tartani. Hazánk a klinikai orvostudomány és a kémia nemzetközi folyóiratai szerkesztőbizottságaiban foglal el előkelő helyet.



21. ábra.

Egyes országok szerkesztői és publikációs számának összefüggése

14 analitikai kémiai folyóiratban.

A szaggatott egyenesek a regressziós egyenes alsó és felső hibahatárát jelentik

A szerkesztőbizottsági tagok kiválasztásánál minden bizonnyal számos szempont érvényesül. „Láthatóságukat” két tényező befolyásolja: 1. az illető ország publikációs produktivitása és 2. a saját tudományos tevékenységük minősége.

Az ország publikációs tevékenységétől való függésre példaként bemutatjuk az analitikai kémia területén 14 nemzetközi folyóiratban az egyes országokból megjelenő közlemények számának és a szerkesztők számának összefüggését (21. ábra).²⁰

Az ábrán az adatokat dupla logaritmikus tengelyekkel továbbá a regressziós egyenest és a szórás alsó és felső határát láthatjuk. A korrelációs együttható értéke $r = 0,80$; az egyenes iránytangense $m = 0,78$. Az összefüggés tehát

$$\log N = m \log P + \log N_0 \quad (26)$$

6. táblázat

A jelentősebb országok részvételi rangsora az egyes tudományterületek nemzetközi folyóiratainak szerkesztőbizottságaiban

| Ország | Klinikai orvos- tudomány | Orvos- biológia | Biológia | Kémia | Fizika | Matematika | Műszaki tudományok |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|----------|-------|--------|------------|-----------------------|
| USA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Egyesült Királyság | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| NSzK | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| Svájc | 4 | 6-7 | 11 | 10 | 9 | 18-19 | 16 |
| Svédország | 5 | 9-10 | 21-24 | 17-18 | 14 | 9-12 | 14-15 |
| Franciaország | 6 | 4 | 7 | 4 | 4 | 6 | 4 |
| Hollandia | 7 | 5 | 8 | 13 | 5 | 18-19 | 8 |
| Kanada | 8 | 12 | 6 | 9 | 6 | 9-12 | 7 |
| Belgium | 9 | 11 | 12-13 | 14 | 18-19 | 5 | 13 |
| Olaszország | 10-11 | 13-14 | 4-5 | 8 | 12 | 2 | 10 |
| Japán | 10-11 | 8 | 9 | 5 | 8 | 13 | 6 |
| Magyarország | 12 | 20-21 | 21-24 | 12 | 18-19 | 14-17 | 18 |
| Ausztria | 13 | 16 | 14 | 7 | 10 | 9-12 | 19 |
| Dánia | 14 | 17-19 | 16-17 | 21 | 13 | 21-24 | 20-24 |
| Szovjetunió | 15 | 9-10 | 12-13 | 6 | 7 | 7-8 | 5 |
| Ausztrália | 16 | 13-14 | 10 | 15 | 16-17 | 7-8 | 9 |

ahol N a szerkesztők száma, P a publikációk száma/év, N_0 a függőleges tengelymetszet értéke. A (26) egyenletet átírva kapjuk:

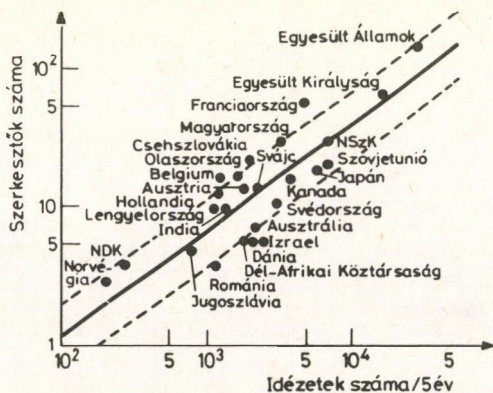
$$N = N_0 P^m. \quad (27)$$

Az m kitevő értéke 1,0 alatt marad. Ez azt mutatja, hogy az összefüggés N és P között nem lineáris. Ha valamely ország szerkesztőinek számát növelni szeretné 1 fővel, mondjuk 50-ről 51-re, akkor kétszer, ha 100-ról 101-re, akkor már közel háromszor akkora erőfeszítésre van szüksége a publikációk termelésében, mintha azt 10-ről 11-re szeretné növelni.

A szaggatott vonal fölött, azaz a felső hibahatáron túl helyezkednek el a „fölül reprezentált” országok, azaz azok, amelyek nagyobb szerepet töltenek be a szerkesztőbizottságokban, mint az a publikációs tevékenységükből következne. A szaggatott vonal alatt pedig azok az országok találhatók, amelyek nagyobb részvételt érdemelnek.

A szerkesztők „minőségének” jellemzésére az idézettségüket tekinthetjük mértéknek. Az Institute for Scientific Information (ISI) által kiadott *Science Citation Index (SCI) Citation Index* kötetei alkalmasak azon publikációik kapott idézeteinek megszámlálására, amelyekben a szerkesztők első szerzőként szerepelnek. Az előbbi 14 analitikai kémiai folyóiratok szerkesztői idézettségének 5 éves adatait (1970–1974) és a szerkesztők számának összefüggését a 22. ábra mutatja.

A 22. ábra hasonló képet mutat a 21. ábrához, a regressziós egyenes korrelációs együtthatója $r = 0,85$; iránytangense pedig $m = 0,75$. Ha valamely



22. ábra.

Egyes országok szerkesztői számának és idézettségüknek összefüggése
14 analitikai kémiai folyóiratban.

A szaggatott egyenesek a regressziós egyenes alsó és felső hibahatárát jelentik

ország növelni szeretné a nemzetközi folyóiratok szerkesztőbizottságaiban részvételi arányát, ugyanolyan, a részvételével arányos, progresszív erő kifejtésre lenne szüksége, mint azt már a publikációs tevékenységnél is láttuk.

A hatalmi pozíciók tehát a tudományban is egyes országok kezében koncentrálódtak, hasonlóképpen az általuk termelt tudományos ismeretek, a kapott idézetek számának vagy akár területük, népességük, nemzeti vagyónak stb. eloszlásához.

Térjünk most vissza a folyóiratok szerkesztőihez. Valamely tudományos folyóirat szerkesztőbizottságában való részvétel a résztvevő számára szakmai elismerést jelent. Több folyóirat szerkesztő bizottságában való részvétel halmozott elismerést jelez. Kimutatták, hogy az ismertebb, „láthatóbb” kutatók aránytalanul nagyobb elismerésben részesülnek tudományos teljesítményeikért, mint azok a kutatók, akik hasonló teljesítményt produkáltak, de viszonylag kevésbé ismertek. A jelenség okai igen összetettek. Merton²² ezt „Máté-effektusnak” nevezi: „Mert mindenkinek a kinek van, adatik, és megszorítottatik; a kinek pedig nincsen, attól az is elvételik, a mi je van” (Máté XX 29. és XII 12. Károli Gáspár fordítása).

A vizsgálatokból^{19,20} az is kitűnik, hogy a főszerkesztők idézettsége általában alatta marad a szerkesztőbizottsági tagokénak. A főszerkesztők tehát inkább szerkesztő társaikkal, a bíráló bizottsági és tanácsadó bizottsági tagokkal együtt vesznek részt a folyóirat által képviselt tudományterület kapujának őrzésében, semmint egyedül.

A szerkesztők idézettsége tudományterületenként is változik. Szolgáljon példaként a 7. táblázatban egy pár adat.¹⁹⁻²¹ Ami pedig a szerkesztők szakmai rátermettségét, presztízsét és minőségét illeti, idézettségi adataink — a fenti területek nemzetközi folyóiratainak szerkesztőire vonatkozóan — azt mutatják, hogy ezek az átlag fölé emelkedve valóban a vizsgált területek avatott kapuőrei.

7. táblázat
A fizikai és kémiai folyóiratok szerkesztőinek
átlagos idézettsége

| Tudományterület Alterület | A szerkesztők átlagos idézettsége/5 év (1970–1974) |
|------------------------------|---|
| Fizika | 370 |
| Kémia | 360 |
| Szerves kémia | 620 |
| Szervetlen kémia | 460 |
| Analitikai kémia | 200 |

3.4 A tudományos folyóiratok minőségének mutatói

Minden folyóiratnak természetes kívánsága, ill. célja, hogy saját tématerületén belül kivívja a szakmai közvélemény elismerését, hogy a hozzáértő olvasók véleménye szerint a „jó” folyóiratok csoportjába tartozzék. A folyóirati „jószág” fogalom viszonylag összetett, többnyire a szubjektív megítélésen alapuló „presztízsz” fogalmat értjük alatta.

A továbbiakban csak a tudományos folyóiratok vonatkozásaival foglalkozunk. Ezeknél a minőségi igény fokozottan, tulajdonképpen követelményszinten jelentkezik. Ennek két fő oka is van:

1. *A folyóirat a kutató munkaeszköze:* a tudományos információáramlás egyik legfontosabb, egyetlen formális csatornája, a mindennapi munkához szükséges részletességgel, pontossággal és naprakészséggel kell szállítania a rendszeres tudományos információt. Ebben a vonatkozásban több, vagy legalábbis más a feladata annál, mintsem hogy egy szélesebb és heterogénebb közösség intellektuális tájékozódási és olvasási igényét kielégítse.

2. *A folyóiratcikk a kutatói munka eredményének, ugyanakkor a tudományos kommunikációnak is a legjelentősebb megjelenési formája:* a tudományos folyóiratok olvasói nemcsak az információk passzív befogadói, hanem termelői is, akik számára nem közömbös, hogy a kutatási eredményeiket publikáló cikkeik milyen minőségű szakmai környezetben (milyen minőségű folyóiratokban) látnak napvilágot. Így tehát a presztízssére valamelyest is adó folyóirat igyekszik színvonalával a terület minőségi kéziratait magához vonzani. A tudományos folyóirat a hozzá beküldött kéziratok színvonala alapján is kap visszajelzést saját (szakmai körökben kialakult) minősítéséről.

A folyóiratok minőségét egyrészt a *szakmai színvonal*, másrészt az *ipari termékként gyártott árujellegük* jellemzik.^{2 3}

A publikálás utáni folyamat, az asszimilálás, azaz az értékelés és integráció egyik első jele az idézés.⁷ Jelzi, hogy az információ újabb információt hozott létre, vagy csupán azt, hogy a szerző olvasóinak figyelmét szeretné idézetével felhívni egy általa figyelemre méltónak tartott munkára. A folyóiratok presztízse és idézettsége, azaz a cikkeire történő hivatkozások száma közötti korreláció rendkívül szoros.^{2 4, 2 5} Ez egyik lehetősége a folyóiratok minőségének számadattal történő jellemzésére.

A *szakmai színvonalat* ezáltal két mennyiségi adat jellemezheti: (1) milyen mértékben hivatkoznak a folyóiratban megjelent közleményekre, azaz milyen a hatása (impact) a folyóiratnak a tudományos közösségre, (2) milyen gyorsan reagál a tudományos közvélemény a folyóiratban megjelent publikációra.

E két jellemző mérésére Garfield két mutatót (mérőszámot) vezetett be: a

hatástényezőt (impact factor) és a frissességi mutatót (immediacy index), amelyeket a folyóiratok hivatkozási adataiból lehet kiszámítani. Ezek a *Science Citation Index* mellékleteként megjelenő *Journal Citation Reports*-ban találhatók.

A folyóirat *össz-idézetszáma* egy évben az általa közzétett dolgozatok használatának vagy hatásának abszolút mértéke. Megmutatja, hogy milyen széleskörű az érdeklődés a folyóirat cikkei iránt. Nem véletlen, hogy a *Nature* és a *Science* a rangsorban az első hét folyóirat között van évi 117.732, ill. 74.354 idézettel és 9,256 illetve 7,407 hatástényezővel (1983. évi adat).²⁶

A *hatástényező* valamely folyóirat egy cikkének átlagos fajlagos idézettségét mutatja: a tárgyévben kapott idézetek száma a tárgyévet megelőző két évben megjelent dolgozatokra, osztva ezen két év alatt a folyóirat által közölt cikkek számával, például

$$\text{Az 1985. évi hatástényező} = \frac{\text{A folyóirat kapott idézeteinek száma 1985-ben az 1983 és 1984-ben megjelent cikkeire}}{\text{A folyóiratban 1983 és 1984-ben megjelent összes cikkek száma}}$$

A „frissességi mutató” a folyóiratban megjelent cikkek reflexiójának a sebességét méri, nevezetesen a tárgyévben kapott idézetek száma osztva a tárgyévben megjelent cikkek számával, azaz például

$$\text{Az 1985. évi frissességi mutató} = \frac{\text{A folyóirat kapott idézeteinek száma 1985-ben az 1985-ben megjelent cikkeire}}{\text{A folyóiratban 1985-ben megjelent cikkek száma}}$$

A 8. táblázatban bemutatjuk a *Journal Citation Reports* egyik oldalának részletét (Section 1: SCI Journals in Alphabetical Order). Az első oszlopnak – ennél a szekciónál – nincs különösebb jelentősége, a folyóirat helyét jelzi a kezdőbetűk ABC-rendjében. (A további fejezetekben ez már valamilyen paraméter szerinti sorrendbe szedett folyóiratok rangsorát jelzi.) A második oszlop a folyóirat max. 11 karakteres ISI rövidítése.

A 3–6. oszlopok a kapott idézetek számát mutatják, nevezetesen a 3. oszlop az 1983-ban a folyóirat összes korábbi évfolyamaiban megjelent

8. táblázat

Folyóiratok idézettségi adatai a Journal Citation Reports első szekciójának részlete

JOURNAL RANKING PACKAGE

SCI JOURNAL CITATION REPORTS

SECTION 1

| SEQ # | JOURNAL TITLE | CITATIONS IN 1983 TO-----> | | | | SOURCE ITEMS IN--> | | | | IMPACT FACTOR | CITATIONS IN 1983 TO 1983 ITEMS | SOURCE ITEMS IN 1983 | IMMEDIACY INDEX |
|-------|----------------------|----------------------------|------|------|-------|--------------------|------|-------|-------|---------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|
| | | ALL YEARS | 1982 | 1981 | 82+81 | 1982 | 1981 | 82+81 | | | | | |
| 1 | A GRAEF A KL EXP OPH | 797 | 43 | 51 | 94 | 0 | 92 | 92 | 1 022 | 13 | 0 | | |
| 2 | A VAN LEEUW J MICROB | 755 | 29 | 47 | 76 | 58 | 58 | 116 | 0 655 | 11 | 45 | 0 244 | |
| 3 | AAPG BULL | 2961 | 157 | 208 | 365 | 127 | 141 | 268 | 1 362 | 41 | 125 | 0 328 | |
| 4 | ARM MATH SEM HAMBURG | 158 | 2 | 2 | 4 | 21 | 18 | 39 | 0 103 | 1 | | | |
| 5 | ABSTR PAP AM CHEM S | 11 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 0 750 | 0 | 5 | 0 000 | |
| 6 | ACAROLOGIA | 197 | 3 | 6 | 9 | 49 | 35 | 84 | 0 107 | 3 | 44 | 0 068 | |
| 7 | ACCOUNTS CHEM RES | 5764 | 368 | 545 | 913 | 55 | 56 | 111 | 8 225 | 71 | 66 | 1 076 | |
| 8 | ACM T COMPUT SYST | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 19 | 0 263 | |
| 9 | ACM T DATABASE SYST | 224 | 24 | 20 | 44 | 29 | 29 | 58 | 0 759 | 1 | 18 | 0 056 | |
| 10 | ACM T MATH SOFTWARE | 290 | 14 | 39 | 53 | 28 | 42 | 70 | 0 757 | 9 | 29 | 0 310 | |
| 11 | ACM T OFFIC INFORM S | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 0 059 | |
| 12 | ACM T PROGR LANG SYS | 355 | 41 | 62 | 103 | 36 | 17 | 53 | 1 943 | 4 | 22 | 0 182 | |
| 13 | ACRIDA | 43 | 0 | 3 | 3 | 0 | 19 | 19 | 0 158 | 0 | 0 | | |
| 14 | ACS SYM SER | 2838 | 319 | 557 | 876 | 616 | 804 | 1420 | 0 617 | 117 | 611 | 0 191 | |
| 15 | ACTA AGR SCAND | 466 | 18 | 20 | 38 | 52 | 50 | 102 | 0 373 | 10 | 45 | 0 222 | |
| 16 | ACTA AGRON HUNG | 44 | 1 | 5 | 6 | 44 | 26 | 70 | 0 086 | 0 | 59 | 0 000 | |
| 17 | ACTA ALIMENT HUNG | 60 | 9 | 2 | 11 | 31 | 32 | 63 | 0 195 | 0 | 27 | 0 000 | |
| 18 | ACTA ANAESTH SCAND | 1319 | 146 | 111 | 257 | 174 | 109 | 283 | 0 908 | 24 | 105 | 0 229 | |
| 19 | ACTA ANAT | 1441 | 57 | 86 | 143 | 108 | 104 | 212 | 0 675 | 27 | 128 | 0 211 | |
| 20 | ACTA APPL MATH | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 14 | 0 143 | |
| 21 | ACTA ARITH | 206 | 9 | 8 | 17 | 64 | 47 | 111 | 0 153 | 0 | 6 | 0 000 | |
| 22 | ACTA ASTRONAUT | 259 | 12 | 26 | 38 | 104 | 111 | 215 | 0 177 | 0 | 87 | 0 000 | |
| 23 | ACTA RHOCHIM BIOPHYS | 189 | 7 | 10 | 17 | 9 | 24 | 33 | 0 515 | 2 | | | |
| 24 | ACTA BIOCHIM POL | 264 | 6 | 6 | 15 | 32 | 33 | 65 | 0 231 | 4 | 23 | 0 174 | |
| 25 | ACTA BIOL CRACOV BOT | 23 | 1 | 2 | 3 | 17 | 13 | 30 | 0 100 | 0 | 8 | 0 000 | |
| 26 | ACTA BIOL CRACOV ZOO | 32 | 0 | 1 | 1 | 17 | 24 | 41 | 0 024 | 1 | | | |
| 27 | ACTA BIOL HUNG | 237 | 11 | 9 | 20 | 39 | 36 | 75 | 0 267 | 2 | 27 | 0 074 | |
| 28 | ACTA BIOL MED GER | 1239 | 73 | 196 | 269 | 163 | 237 | 400 | 0 673 | 0 | 20 | | |
| 29 | ACTA BIOTHEOR | 9 | 7 | 15 | 23 | 12 | 35 | 47 | 0 429 | 1 | 18 | 0 056 | |
| 30 | ACTA BOT HUNG | 24 | 4 | 2 | 6 | 25 | 33 | 58 | 0 103 | 0 | 0 | | |
| 31 | ACTA BOT INDICA | 9 | 1 | 0 | 1 | 78 | 69 | 147 | 0 007 | 0 | 23 | 0 000 | |
| 32 | ACTA BOT NEERL | 514 | 30 | 20 | 50 | 43 | 37 | 80 | 0 625 | 9 | 37 | 0 243 | |
| 33 | ACTA CARDIOL | 268 | 7 | 22 | 29 | 73 | 63 | 136 | 0 213 | 1 | 38 | 0 026 | |
| 34 | ACTA CHEM SCAND | 4965 | 5 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 96 | 0 240 | |
| 35 | ACTA CHEM SCAND A | 882 | 92 | 152 | 244 | 122 | 117 | 239 | 1 021 | 23 | 96 | 0 382 | |
| 36 | ACTA CHEM SCAND B | 1341 | 123 | 261 | 384 | 139 | 134 | 273 | 1 407 | 47 | 123 | 0 077 | |
| 37 | ACTA CHIM HUNG | 903 | 35 | 67 | 102 | 162 | 118 | 280 | 0 364 | 11 | 142 | 0 006 | |
| 38 | ACTA CHIM SINICA | 46 | 1 | 10 | 11 | 158 | 134 | 292 | 0 038 | 1 | 156 | 0 000 | |
| 39 | ACTA CHIR AUSTRIACA | 21 | 2 | 2 | 4 | 36 | 34 | 70 | 0 057 | 0 | 15 | 0 000 | |
| 40 | ACTA CHIR BELG | 73 | 3 | 8 | 11 | 69 | 51 | 120 | 0 092 | 0 | 25 | 0 000 | |
| 41 | ACTA CHIR SCAND | 2493 | 92 | 94 | 186 | 208 | 197 | 405 | 0 459 | 26 | 151 | 0 172 | |
| 42 | ACTA CLIN BELG | 101 | 4 | 4 | 8 | 44 | 41 | 85 | 0 094 | 3 | 58 | 0 052 | |
| 43 | ACTA CRYSTALLOGR | 5711 | 15 | 4 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | | |
| 44 | ACTA CRYSTALLOGR A | 3987 | 210 | 385 | 595 | 151 | 152 | 303 | 1 964 | 72 | 138 | 0 522 | |
| 45 | ACTA CRYSTALLOGR B | 8767 | 637 | 743 | 1380 | 895 | 620 | 1515 | 0 911 | 56 | 119 | 0 471 | |
| 46 | ACTA CRYSTALLOGR C | 172 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 157 | 642 | 0 245 | |
| 47 | ACTA CYTOL | 1561 | 82 | 149 | 231 | 137 | 89 | 226 | 1 022 | 13 | 117 | 0 111 | |
| 48 | ACTA DERM-VENEREOL | 1786 | 125 | 204 | 329 | 169 | 170 | 339 | 0 971 | 29 | 150 | 0 193 | |
| 49 | ACTA DIABETOL LAT | 177 | 12 | 23 | 35 | 38 | 43 | 81 | 0 432 | 1 | 40 | 0 025 | |
| 50 | ACTA ELECTRON | 73 | 1 | 5 | 6 | 15 | 16 | 31 | 0 194 | 0 | 25 | 0 000 | |

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

cikkeire vonatkozó idézetek száma, míg a 4. oszlop csak az 1982, az 5. oszlop pedig csak az 1981 évekre vonatkozó idézetek száma, míg a 6. oszlop az előbbi kettő összege.

A 7–10. oszlopok az illető folyóirat által 1982-ben, 1981-ben, ill. a két évben együttesen publikált cikkek száma.

Az „impact factor”, a hatástényező (10. oszlop) definíció szerint tehát a 6. és a 9. oszlop adatainak hányadosa.

A 11. oszlop a folyóiratban 1983-ban megjelent cikkekre ugyanezen évben kapott idézetek száma, a 12. oszlop a folyóiratban 1983-ban megjelent cikkek száma.

Az „immediacy index”, a frissességi mutató (13. oszlop) tehát a 11. és 12. oszlop adatainak hányadosa.

A hatástényező hányadosa azt is megmutatja, hogy pl. átlagosan hányszor jobban idézik az egyik folyóiratban megjelent cikkeket, mint a másokban.

A frissességi mutató nagymértékben függ a folyóirat megjelenési gyakoriságától. Egy heti megjelenésű folyóirat immediacy indexe nyilvánvalóan nagyobb lesz, mint egy havi vagy akár még ritkábban megjelenő folyóiraté.

A folyóiratok hatástényezője összefüggésben van szerkesztőinek tudományos eredményeivel. A 23. ábra a szerkesztők egy főre eső idézettsége és az általuk szerkesztett folyóirat hatástényezője közötti összefüggést mutatja a kémiai folyóiratok esetén. A logaritmusuk közötti korrelációs együttható 0,627, ami 99%-nál nagyobb megbízhatósági korrelációt jelent.¹⁹

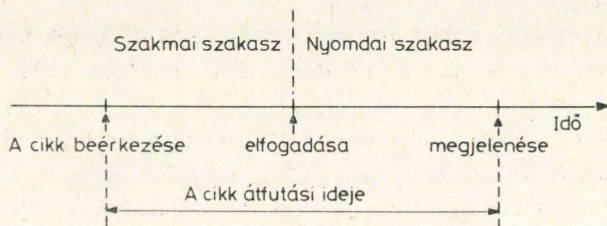


23. ábra.

Korrelációs összefüggés a kémiai folyóiratok impakt faktora és szerkesztőik idézettsége között

A folyóiratokat jellemző mutatók nem függetlenek olyan árujellegű adottságoktól, mint pl. a folyóirat megjelenési pontossága és megbízhatósága (pl. az 1985. januári szám valóban januárban és nem, mondjuk, áprilisban vagy még később jelenik meg).

Az ipari termékként gyártott árujelleg súlyát több olyan tényező határozza meg, amelyek a kutatótól kevésbé függenek, de őt nagyon érdeklik. Egy ezek közül rendkívüli mértékben, és ez a *cikkek átfutási ideje*. Ez két szakaszból tevődik össze: (1) a beérkezéstől az elfogadásig terjedő szakmai szakaszból, (2) az elfogadástól a megjelenésig terjedő nyomdai szakaszból (24. ábra).



24. ábra.

A dolgozatcikkek átfutási idejének felbontása

A kutatót természetesen ezek a szakaszok együttesen érintik. A jó folyóiratokban a cikkek teljes átfutási ideje 6–10 hónap között van. Gyorsan fejlődő területen a hosszú átfutási idő különösképpen kedvezőtlen.

Ha most feltesszük a kérdést, hol publikáljon a kutató^{2,7,28} a válasz egyértelmű: az informális csatornák igénybevétele után elsősorban folyóiratokban, éspedig azokban a folyóiratokban, amelyek révén a kommunikálás folyamatos, az értékelés, az asszimilálás, a tudomány egészébe való beépülés biztosított.

Hogyan döntjük el, hogy melyek ezek a folyóiratok? Minden szakterületen a kutatók előtt nagyjából nyilvánvaló a terület jelentős folyóiratainak világrangsora. Ha azonban ez a kvalitatív kép nem eléggé világos, vagy kiegészítésre szorul, akkor a rangsor kialakításához tudományometriai eljárások is rendelkezésre állnak.²⁹⁻³¹ Ezek alkalmazásával néhány órás munkával felállítható bármely szakterület legjelentősebb folyóiratainak rangsora. Összevetése a már említett kvalitatív értékítélet alapján készített listával, hozzájárulhat a végleges kép, illetve a „hol publikáljunk?” kérdés megválaszolásához és az egyéni, illetve a kollektív publikációs stratégia kialakításához.

3.41 A folyóiratcikkek átfutási idejének mérése

A folyóiratcikkek átfutási idején általában azt az időtartamot értjük, amely a kéziratnak a folyóirathoz való beérkezésétől a folyóiraton szereplő megjelenési dátumig eltelik. Ez az átfutási idő két szakaszra bontható (24 ábra):

a) *A beérkezéstől az elfogadásig terjedő (szakmai) szakasz* alatt a szakmai lektorok véleményt mondanak a kézitről, amely ezután visszakerül a szerzőhöz, hogy megtegye a szükséges változtatásokat.

Komoly folyóiratoknál a kézirat általában a beérkezéstől számított 1–2 héten belül a szakmai lektorhoz kerül. Ebben a szakaszban késelem csak a lektorálási tevékenység kapcsán adódhat, pl. ha a lektorálás lassú, vagy többszöri lektorálás szükséges. Gyakori az is, hogy a szerző késelemesen küldi vissza az átvitott változatot. Különösen sok időt emészthet fel, ha a lektorok és a szerző(k) között szakmai vita alakul ki, és emellett még az előbbi tényezők valamelyike vagy mindegyike is közrejátszik. Nem hanyagolható el ekkor a postázási idők összeadódása sem, különösen, ha lektorok vagy a szerzők külföldiek.

b) *Az elfogadástól a megjelenésig terjedő (nyomdai) szakasz* magában foglalja az anyag szedését, korrigálását, azaz a kézitrattal való összehasonlítást, a szedett anyagnak javítását, nyomását, kötését stb. Időszükségele lényegében a gyártás technológiájától függ. Ehhez mindenképpen hozzáadódik a korrektúra forduló időtartama, azaz a szerzőnek javításra küldött egy és/vagy két (hasábos és/vagy tördelt) korrektúra végtehajtási és a postai szállítás ideje. Ezt az időtartamot csupán a „Letters”-jellegű folyóiratok takaríthatják meg, ahol a beküldött kéziratot véglegesnek tekintik és a korrektúrát maga a szerkesztőség végzi. Az esetlegesen becsúszott hibákért a szerzőket a gyors megjelenés kárpótolja.

A szerző — cikkének megjelenése mellett — jelentős szerepet szán eredményeinek terjesztésében a különlenyomatoknak is. Nem közömbös tehát számára ezek kézhezvételének időpontja sem.

A cikkek átfutási ideje természetesen nem pontosan azonos minden egyes cikknél, hanem egy bizonyos érték körül ingadozik, statisztikus eloszlást követ. Jellemzésére több mérőszámot is használhatunk.

Átfutási középideinek (medián) nevezzük azt az időtartamot, amely alatt a kéziratok 50%-a a beérkezéstől a megjelenésig átfut egy folyóirat meghatározott évfolyamában. Ugyancsak jellemzőnek tartható annak az időtartamnak a hossza és elhelyezkedése is, amely alatt a kéziratok 25–75% közötti mennyisége átfut (interkvartilis).

A különböző folyóiratoknál az átfutási idő több hónaptól kb. 1 évig terjed, gyakran 1 év fölötti is előfordul. Általában 6–12 hónap. A 9–12 hónapos átfutási idők a „jó-közepes” tartományt reprezentálják.

Az átfutási idő előbbi definíciója valójában a *látszólagos átfutási időt* jelöli. Előfordul ugyanis, hogy egy folyóirat nem a rajta megjelenési dátumként feltüntetett időpontban jelenik meg ténylegesen, hanem jóval később, sőt az is, hogy az egyes folyóiratok nem is (vagy nem mindig) jelzik megjelenésük dátumát.

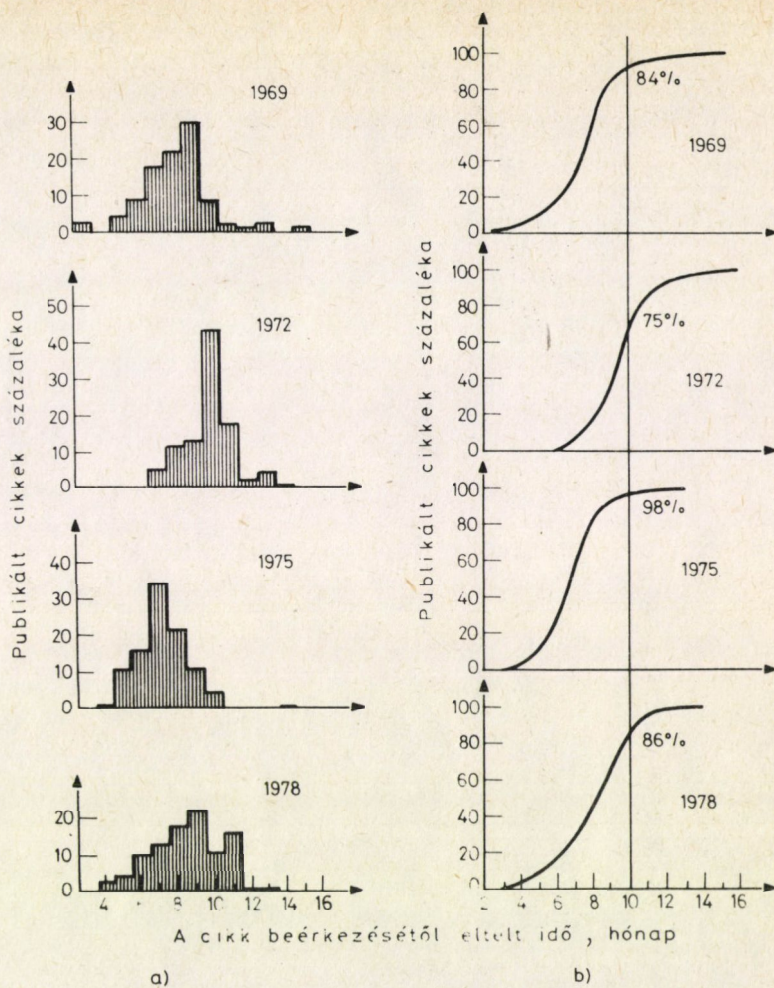
Kézenfekvő egy kézirat folyóiratbeli *tényleges átfutási idején* azt az időtartamot érteni, amely alatt az információ a kézirat leadásától az olvasóig eljut, mivel minden, ez alatt történő esemény végül is a folyóirat előállításával kapcsolatos.

A *tényleges átfutási idő* megállapításánál tehát a kézirat leadásától a folyóiratnak az olvasóhoz való eljutási idejét kell meghatároznunk, míg a *látszólagos átfutási időt* a folyóirat megjelenési dátumának és a cikk beérkezési időpontjának különbsége szolgáltatja. Hazai folyóiratnál további két *tényleges átfutási idő* lehetséges aszerint, hogy pl. hazai vagy külföldi olvasót veszünk tekintetbe.

Vizsgálhatjuk továbbá az átfutási idő változását, amelyet különböző időpontokban mérünk. A mérést gyakorlatilag úgy végezzük, hogy a folyóirat egy évfolyamában meghatározzuk a kéziratnak a folyóirathoz való beérkezésének (received, reçu, angekommen stb.) dátuma és a szám megjelenésének időpontja közötti különbséget (látszólagos átfutási idő) vagy a kéziratnak a folyóirathoz, és a folyóiratnak valamely könyvtárba való beérkezésének időtartamát pl. a „Kardex” alapján (*tényleges átfutási idő*). Az adatokat hisztogramban ábrázoljuk (25/a. ábra), amely megmondja, hogy pl. az illető folyóiratban 1978-ban a cikkek 20%-ának 9 hónap volt az átfutási ideje (sűrűségfüggvény), vagy pedig a függőleges tengely százalékos adatait összegezve (kumulálva) az átfutási idő eloszlásfüggvényét állítjuk elő (25/b. ábra). Ez utóbbiból megállapíthatjuk, hogy pl. 1978-ban a cikkek 86%-a 10 hónapon belül jelent meg.

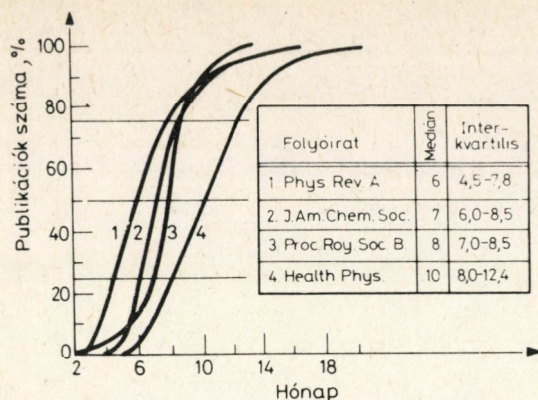
Az átfutási idő eloszlásfüggvénybe az 50% (medián) és a 25%, ill. 75% értékek bejelölésével, az ezekhez tartozó időtartamok leolvasásával az átfutási középideő, valamint az interkvartilis idő meghatározható (26. ábra).

A *tényleges átfutási idők* vizsgálatára példaképpen a 27. ábrát mutatjuk be. Például a *Collection of the Czechoslovak Chemical Communications* esetében a folyóiraton szereplő megjelenési dátumtól a külföldi olvasóhoz érkezésig kb. ugyanannyi idő telik el, mint a folyóiratbeli látszólagos átfutási idő. Fölmerül a kérdés, ekkorák lennének-e a szállítási idők ebből a szomszédos országból, vagy pedig — ennek valószínűtlensége esetén — azt kell feltételeznünk, hogy a nyomdai átfutásokban alakult ki lényeges eltolódás, ami miatt a feltüntetett megjelenési dátum irreális.^{2 3}



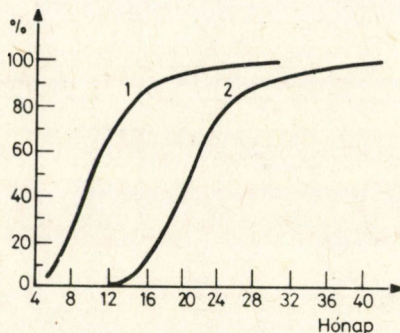
25. ábra.

A *Journal of Radioanalytical Chemistry* nemzetközi folyóirat
látszólagos átfutási idősorainak sűrűségfüggvénye (a) és eloszlásfüggvénye (b).
A feltüntetett százalék értéket a 10 hónapon belül megjelent cikkek arányát jelzik



26. ábra.

A dolgozatok átfutási ideje egy fizikai (1), egy kémiai (2), egy biológiai (3) folyóiratban és a *Health Physics*-ben



27. ábra.

A látszólagos (1) és a tényleges (2) átfutási idők
(az MTA Könyvtárba való beérkezés)

a *Collection of the Czechoslovak Chemical Communications* című folyóiratnál

3.42 Folyóiratok rangsorának kialakítása valamely szakterületen

Egy szakterület folyóiratai rangsorának meghatározására, a helyes publikációs stratégia kialakítására a rendelkezésre álló eljárások közül^{2 9-3 1} bemutatjuk a területi hatástényező (discipline impact factor, DIF) módszert.^{2 9}

A területi hatástényező módszer lehetőséget nyújt az adott terület leglényegesebb folyóiratainak kiválasztására és idézettségük sorrendjének meghatározására.

Kiindulásul kiválasztunk egy vagy két nemzetközi folyóiratot, amelyek pl. a címeikben is jelzik, hogy a keresett szakterülettel foglalkoznak. A *Journal*

Citation Reports^{2,6} (*JCR*) azon részében, amelyben felsorolásra kerül, hogy valamely folyóirat milyen egyéb folyóiratokat hányszor idéz (*Citing Journal Package*) kikeressük az illető folyóíratra vagy folyóiratokra vonatkozó adatokat. Számításainkhoz igyekezzünk minél nagyobb időintervallum (t_c) összesített idézeti adatait (n_c) használni. A *JCR*-ből továbbá kiolvassuk még az idézett folyóiratok által t_s időtartam alatt publikált cikkek számát (n_s).

A kiválasztott folyóiratok által idézett folyóiratok n_c és n_s adatainak hányadosa adja a szakterületi hatástényezőt:

$$\text{DIF} = \frac{n_c}{n_s}.$$

A kapott eredményeket a szakterületi hatástényezők csökkenő értékei szerint rendezzük. Ez az iteráció első lépése.

A következő iterációs lépésben kiválasztjuk a nagy DIF értékkel rendelkező 2–4 folyóiratot. Ujra elvégezzük ezen új folyóiratokkal is a számítást és a folyóiratok csökkenő DIF-szerinti sorbaszedését. Ezt a lépést addig ismételjük, míg a lista élén levő folyóiratok sorrendje nem, vagy csak alig változik. Általában ezt már három iterációs lépéssel elérhetjük.

Példaképpen keressük meg a radioanalitikai kémia legjelentősebb folyóiratait. Kiindulási folyóíratként kiválasztottuk a *Journal of Radioanalytical Chemistry*-t. A *Journal Citation Reports* 1979. évi kötetének *Citing Journal Package*-ben (ld. 9. táblázatot) kikeressük nevezett folyóíratra vonatkozó 1970–1979 ($t_c = 10$ év) n_c idézettségi adatokat (A oszlop). A t_s időtartam alatt a folyóiratok által megjelentetett közlemények számát (n_s) a *JCR* egy másik fejezetében találjuk meg (ld. pl. a 8. táblázat 9. és 12. oszlopainak összegét, amely esetben $t_s = 3$ év).

Az első iterációval nyert adatokat az első 7 folyóíratra a 10/A táblázat mutatja.

A második iterációs lépésben a *J. Radioanal. Chem.* adataihoz hozzávettük a *Radiochim. Acta* idézési adatait is. Az eredményt az első 7 folyóíratra a 10/B táblázat mutatja.

A harmadik iterációs lépéshez, mivel a harmadikként szereplő *Radiokímia* adatai a *JCR*-ben nem szerepelnek a *J. Radioanal. Chem.*, a *Radiochim. Acta* és a *Radiochem. Radioanal. Letters* folyóiratok adták az alapot (10/C táblázat).

A folyóiratok sorrendjét véglegesnek tekinthetjük, sorszámuk a szakterülettel való egyre gyengülő kapcsolatukat mutatja.

9. táblázat

Részlet a Journal Citation Reports idéző – idézett folyóirat listájából

| SCI JOURNAL CITATION REPORTS | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| CITING JOURNAL PACKAGE | | | | | | | | | | | | | |
| CITING JOURNAL | CITED JOURNAL | TOTAL | 1979 | 1978 | 1977 | 1976 | 1975 | 1974 | 1973 | 1972 | 1971 | 1970 | REST |
| 83 | J RADIOANAL CHEM-----3818* | --R9 | --210 | --284 | --251 | --268 | --229 | --230 | --229 | --176 | --179 | --1673 | |
| .83 | J RADIOANAL CHEM | 309 | 39 | 54 | 54 | 20 | 33 | 25 | 15 | 4 | 18 | 20 | |
| 1.01 | J INORG NUCL CHEM | 204 | -2 | -5 | 14 | 9 | 13 | 14 | 14 | 1 | 16 | 104 | |
| 2.80 | ANAL CHEM | 175 | 0 | 9 | 7 | 6 | 12 | 9 | 8 | 7 | 7 | 8 | 102 |
| .51 | RADIOCHEM RADIOA LET | 91 | 0 | 8 | 28 | 11 | 13 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 15 |
| 1.09 | NUCL INSTRUM METHODS | 78 | -1 | -14 | 7 | 4 | 6 | 1 | 2 | 6 | 5 | 6 | 14 |
| 1.48 | RADIOHIMIYA* | 69 | 4 | 2 | 7 | 3 | 0 | 4 | 5 | 5 | 1 | 5 | 31 |
| .44 | ANAL CHIM ACTA | 65 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 26 |
| .90 | ZH ANAL KHIM* | 58 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 27 |
| .28 | TALANTA | 51 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 4 | 0 | 7 |
| .11 | ZH NEORG KHIM* | 48 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| .66 | AM CHEM SOC | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 45 |
| | INT J APPL RADIAT IS | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| | PHYS REV | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| .57 | RADIOCHIM ACTA | 38 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 0 | 21 |
| 1.97 | J PHYS CHEM-US | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 5 | 1 | 22 |
| .70 | COLLECT CZECH CHEM C | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5.85 | NATURE | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | NUCL PHYS | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 1.10 | B CHEM SOC JPN | 23 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 11 |
| | COMMUNICATION | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1.70 | ANALYST | 19 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 15 |
| 1.84 | J CHROMATOGR | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 2.85 | J INORG CHEM | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 9 |
| .84 | HEALTH PHYS | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| .82 | NUCL SCI ENG | 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 6 |
| 1.02 | FRESZ J ANAL CHEM | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4.01 | GESCHM COSMOCHIM AC | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| .52 | KERNTECHNIK | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2.81 | J CHEM PHYS | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3.92 | SURFACE SCI | 12 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| .76 | BUSEKI KAGAKU | 12 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| | EARTH PLANET SC LETT | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| | ION EXCHANGE SOLVENT | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.87 | J ELECTROCHEM SOC | 12 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 3.30 | J NUCL MED | 12 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 2.01 | ANAL BIOCHEM | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| .24 | ATOM ENERGY* | 11 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1.00 | CAN J PHYS | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| .55 | IZV AN SSSR KHIM* | 11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| 5.85 | SCIENCE | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| | ACTA CHEM SCAND | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| | J CHEM SOC | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| | NUCL ENERGY | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .56 | J NUCL SCI TECHNOL | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.23 | NUCL PHYS A | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 2.79 | PHYS REV A | 10 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| .11 | ZAVOD LAB | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .05 | JAD ENERGY | 9 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 |
| .26 | KERNENERGIE | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| | NUCLEONICS | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| .41 | ACTA CIM HUNG | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 1.38 | ARCH ENVIRON HEALTH | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| .77 | MIKROCHIM ACTA | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| .39 | NUKLEONIKA | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | RADIOISOTOPES | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| .17 | T AM NUCL SOC | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .76 | ZH ORG KHIM* | 8 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .60 | ATOM ENERGY REV | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .26 | CHEMISTRY | 7 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| | IZV VUZ KHIM KH TEKH | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6.05 | J BIOL CHEM | 7 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 1.15 | J COLLOID INTERF SCI | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 8.51 | J LANGE | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| | NEUTRON CROSS SECTIO | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | P S NUCLEAR ACTIVATI | 7 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1.29 | RADIAT EFF | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | SEP SCI TECHNOL | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | T FARADAY SOC | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

10. táblázat

A radioanalitikai tárgyú dolgozatok a szakterületi hatástényezők rangsorában

| Rangsor | Folyóirat | n_c | n_s | Szakterületi hatástényező $\times 10^3$ |
|--------------------------|-------------------------------|-------|-------|---|
| <i>A – Első iteráció</i> | | | | |
| 1 | J. Radioanal. Chem. | 309 | 814 | 379 |
| 2 | Radiochim. Acta | 38 | 113 | 336 |
| 3 | Radiokimija | 78 | 500* | 156 |
| 4 | Radiochem. Radioanal. Letters | 101 | 663 | 152 |
| 5 | J. Inorg. Nucl. Chem. | 204 | 1422 | 143 |
| 6 | Int. J. Appl. Rad. Is. | 46 | 467 | 98 |
| 7 | Anal. Chem. | 175 | 1791 | 97 |

B – Második iteráció

| | | | | |
|---|-------------------------------|-----|------|------|
| 1 | Radiochim. Acta | 123 | 113 | 1088 |
| 2 | J. Radioanal. Chem. | 309 | 814 | 379 |
| 3 | Radiokimija | 90 | 500* | 180 |
| 4 | Radiochem. Radioanal. Letters | 118 | 663 | 178 |
| 5 | J. Inorg. Nucl. Chem. | 238 | 1422 | 167 |
| 6 | Int. J. Appl. Rad. Is. | 61 | 467 | 131 |
| 7 | Anal. Chem. | 175 | 1791 | 97 |

C – Harmadik iteráció

| | | | | |
|---|-------------------------------|-----|------|------|
| 1 | Radiochim. Acta | 169 | 113 | 1495 |
| 2 | J. Radioanal. Chem. | 391 | 814 | 480 |
| 3 | Radiochem. Radioanal. Letters | 279 | 663 | 421 |
| 4 | J. Inorg. Nucl. Chem. | 307 | 1422 | 216 |
| 5 | Int. J. Appl. Rad. Is. | 92 | 467 | 197 |
| 6 | Radiokimija | 90 | 500* | 180 |
| 7 | Radiocarbon | 13 | 98 | 132 |

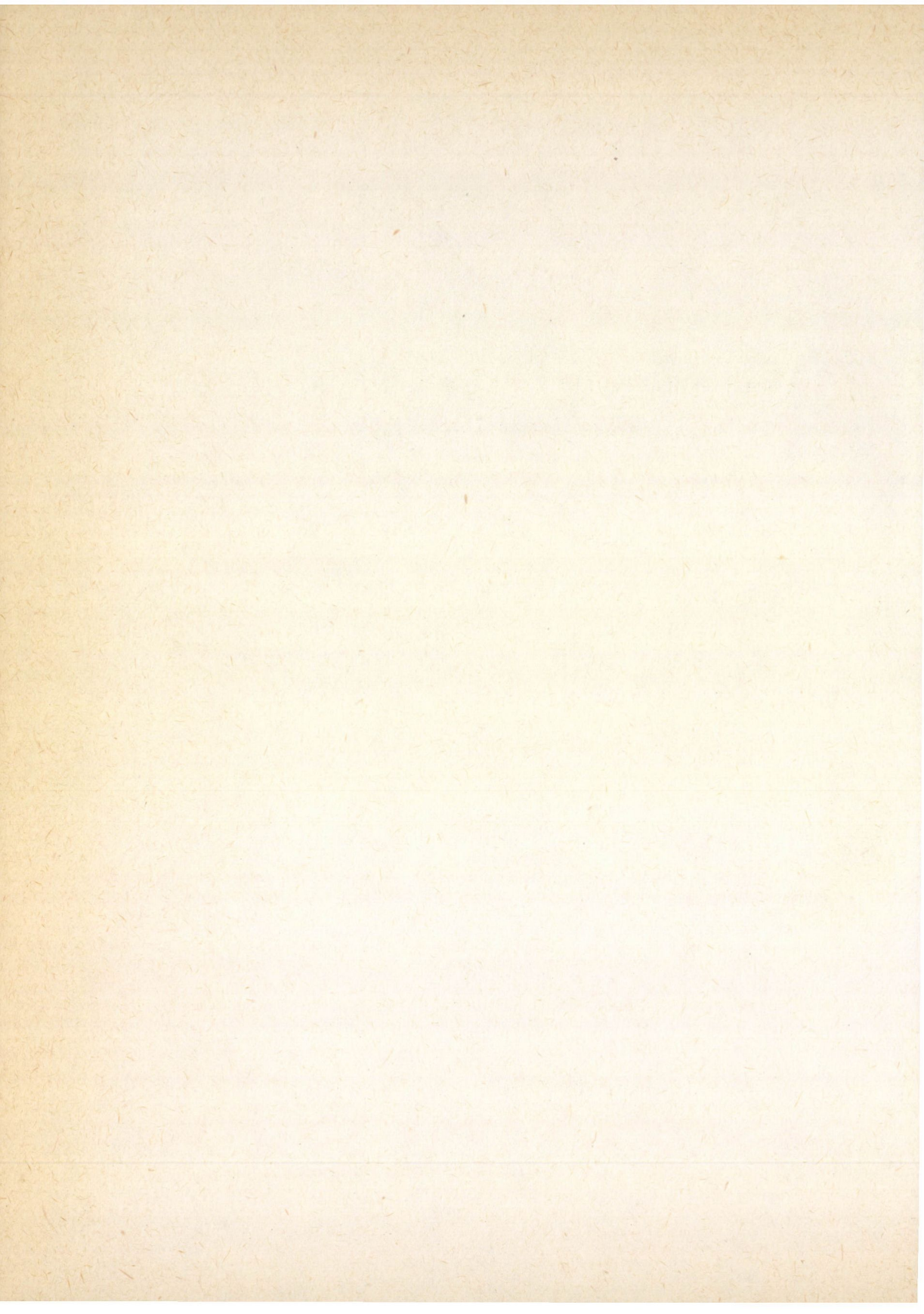
*A JCR-ben nem szereplő adat. Az illető folyóirat 1977–1979 évfolyamaiban leszámolva.

Irodalomjegyzék a 3. fejezethez

1. A. A. Manten, Publication of scientific information is not identical with communication. Scientometrics, 2 (1980) 303.
2. A. J. Meadows, Communication in Science. London, Butterworth, 1974.
3. P. Earle, B. C. Vickery, Subject relations in science (Technology literature). Áslib. Proc., 21 (1969) 237.
4. B. C. Brookes, Aging in scientific literature. J. Docum., 36 (1980) 164.

5. J. M. Ziman, Information, communication, knowledge. *Nature*, 224 (1969) 318.
6. W. D. Garvey, *Communication: The Essence of Science*. Pergamon, Oxford, 1979.
7. W. D. Garvey, S. D. Gottfredson, Scientific communication as an interactive social process. *Int. Forum Inf. Doc.*, 2 (1977) No. 1, 9.
8. B. C. Griffith, M. J. Jahn, A. J. Miller, Informal contacts in science: A probabilistic model for communication process. *Science*, 173 (1973) No. 3992, 173.
9. E. Garfield, Current Contents: its impact on scientific communication. *Interdisc. Sci. Revs.*, 4 (1979) No. 4, 318.
19. R. A. Day, *How to Write and Publish a Scientific Paper?* ISI Press, Philadelphia, 1979.
11. W. D. Garvey, B. C. Griffith, Scientific communication: Its role in the conduct of research and creation of knowledge. *Amer. Psychol.*, 26 (1971) No. 4, 349.
12. D. de Solla Price, *Kis tudomány – nagy tudomány*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.
13. D. Crane, The gatekeepers of science: Some factors affecting the selection of articles of scientific journals. *Amer. Sociologist*, 2 (1967) 195.
14. D. McKie, The scientific periodical from 1665 to 1978. *Philosophical Magazine, Commemoration Issue*, 1948. p. 122.
15. D. Lindsey, T. Lindsey, The outlook of journal editors and referees on the normative criteria of scientific craftsmanship. *Quality and Quantity*, 12 (1978) 45.
16. J. Cole, S. Cole, Scientific output and recognition. A study on the operation of the reward system in science. *Amer. Sociol. Rev.*, 32 (1967) 377.
17. M. D. Gordon, Disciplinary differences, editorial practices and the patterning of rejection rates for UK research journals. *J. Res. Comm. Stud.*, 1 (1978) 139.
18. M. Gordon, Evaluating the evaluators. *New Scientist*, (1977 Febr.) 342.
19. Zsindely S., Schubert A., Braun T., Nemzetközi tudományos folyóiratok szerkesztőbizottságainak összetétele. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 28 (1981) 233.
20. Braun T., Bujdosó E., Kik ellenőrzik a világ analitikai kémiai folyóiratait? *Magyar Kémikusok Lapja*, 37 (1982) 247.
21. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., *A tudomány mint a mérés tárgya. Tudósmetria kutatás Magyarországon*. MTA Könyvtára, Budapest, 1981.
22. R. K. Merton, The Matthew effect in science. *Science*, 159 (1968) 56.
23. Nagy J., Braun T., Hazai idegen nyelvű természettudományi folyóiratok értékelése nemzetközi összehasonlításban. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 27 (1980) 358.
24. E. Garfield, Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*, 178 (1972) 471.
25. E. Garfield, Significant journals of science. *Nature*, 264 (1976) 609.
26. E. Garfield, *Journal Citation Reports. A Bibliometric Analysis of Science Journals in the ISI Data Base*. ISI Press, Philadelphia (évente jelenik meg).
27. Kovács I., Hol publikálnak a magyar kutatók? *Magyar Tudomány*, 23 (1978) 768.
28. Nagy J., Ruff I., Braun T., Hol publikálnak a magyar kutatók? Mennyiben tükrözik az Akadémia Actái a magyar tudományt? *Magyar Tudomány*, 24 (1979) 207.
29. G. Hirst, Discipline impact factors A method for determining core journal lists. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 29 (1978) 171.
30. G. Hirst, Computer science journals. An iterated citation analysis. *IEEE Trans. Profess. Commun.*, PC20 (1977) 233.
31. P. N. Servi, B. C. Griffith, A method for partitioning the journal literature. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 31 (1980) 36.

4. A tudományos szakirodalom szóródása: Bradford törvénye



A tudományos szakirodalom koncentrációját vagy szóródását objektív törvények szabályozzák. Ezek közül legáltalánosabbnak a Bradford által 1934-ben felismert szóródási törvény bizonyult, amelyet felfedezője 1948-ban ismét megfogalmazott.¹ Bradford eredeti kérdése így hangzott: Milyen mértékben járulnak hozzá a különböző folyóiratok egy adott terület szakirodalmához? Az érdeklődést kiváltó kapcsolat egy mennyiség (folyóiratok), s egy hozam (cikkek) közötti viszony volt. Bradford a geofizikai és kenélméleti cikkek bibliográfiájának összeállítása során felfigyelt arra, hogy a cikkek folyóiratok szerinti eloszlása hasonló viselkedést mutat. A legtöbb cikket tartalmazó folyóirattól kiindulva három csoportot alkotott: az első 9 folyóirat 429 cikket, a következő 59 folyóirat 499 cikket, az utolsó 258 folyóirat 404 cikket tartalmazott. A csoportokat úgy alakította ki, hogy mindegyikbe a cikkeknek kb. egyharmada került. Bradford a következő szabályszerűséget figyelte meg a három csoportba sorolt folyóiratok száma között: első csoport 9 folyóirat, második csoport 9×5 folyóirat, harmadik csoport $9 \times 5 \times 5$ folyóirat volt.

Bradford megfigyelésére támaszkodva, törvényét így fogalmazta meg: ... „ha a tudományos folyóiratokat egy adott tárgykörrel szóló cikkek „termelésének” csökkenő sorrendje szerint helyezzük el, a folyóirathalmaz egy, az adott tárgykörnek különösen elkötelezett folyóiratokból álló magra, továbbá két ehhez csatlakozó zónára bomlik, amelyek egyenként ugyanannyi cikket tartalmaznak, mint a mag, s a magban, valamint az egymásra következő zónákban található folyóiratok száma úgy aránylik egymáshoz, mint $1:n:n^2$ (szokásosan $n=5$). Ez annyit jelent, hogy ugyanazt a cikktömeget bizonyos számú folyóirat produkálja, mely szám zónáról-zónára úgy változik, hogy a második zónában található folyóiratok számának az első zónában találhatókéval képezett hányadosa ugyanaz, mint a harmadik, s a második zóna esetében stb. Az első zónához tartozó folyóiratok az ún. magfolyóiratok.”

Ha $R(n)$ -el jelöljük a releváns cikkek kumulatív összegét az első n , a cikkek

száma szerint sorrendbe rendezett folyóiratban, akkor azt az állítást, hogy az egyes zónákban található cikkek száma egyenlő egymással a matematika nyelvére lefordítva kapjuk:

$$R(n) = R(n^2) - R(n) = R(n^3) - R(n^2). \quad (28)$$

Átrendezéssel az első és második, illetve a második és harmadik egyenlőségből kapjuk, hogy

$$R(n^2) = 2R(n), \quad (29)$$

$$R(n^3) = 2R(n^2) - R(n) = 3R(n). \quad (30)$$

A (30) egyenlet által szabott feltételeknek az

$$R(n) = k \log n \quad (31)$$

függvény tesz csak eleget (ahol k állandó), amelyet a Bradford eloszlás általános alakjának tekinthetünk.

Bradford törvénye a tudomány egyetemességéből nyeri általános érvényét. A tudományterületek ugyanis kapcsolatban vannak egymással. Például, egy tématerület bibliográfiájának összeállításakor mennél inkább törekszünk a teljességre, annál inkább távolodunk magától a területtől. Más fogalmazásban: egy adott terület szakértőjét érdeklő cikkeknek nem csupán a témakörére specializálódó szakfolyóiratokban kell napvilágot látniuk, hanem időről-időre olyan más folyóiratokban is, amelyek száma annak arányában nő, amilyen mértékben a tárgykörüknek az illető szakértő témakörével való kapcsolata lazul, s amilyen mértékben a szakértő témakörébe vágó cikkek száma az egyes folyóiratokban csökken. Megjegyzendő, azokban a korszakokban, amikor egy tudományterületen az ismeretek gyors és erőteljes növekedését tapasztaljuk, az adott területre vonatkozó cikkek növekvő számban, a területtől tematikailag távolosó folyóiratokban is megjelennek.

Később világossá vált, hogy Bradford törvénye valójában egy gyakran fellépő statisztikai eloszlás speciális esete. Azt is felismerték, hogy a három zónára történő felosztás sem egyértelmű: ugyanaz az eloszlás akárhány zónához illeszthető. Kiderült továbbá, hogy Bradford törvénye egy másik jól ismert eloszlással, Zipf törvényével áll kapcsolatban. Goerge Kinsley Zipf, a Harvard egyetem professzora Joyce „Ulysses” című könyvében megszámlolta és előfordulásuk sorrendjébe rendezte a szavakat. Vizsgálatának eredményét „Az emberi természet és a legkisebb erőfeszítés elve” című könyvében

közölte.² Kimutatta, ha egy elégségesen hosszú szöveg szavait összeszámoljuk, s előfordulásuk gyakoriságának megfelelően sorba rendezzük, e gyakoriság fordítottan arányos a rangszámmal. Pl. ha egy szó az előfordulás gyakorisága alapján a tizedik helyre kerül, akkor ezt a szót az első helyre került szónál tízszer ritkábban használják. Zipf² szerint ilyen rangsor-gyakoriság típusú eloszlás a társadalmi jelenségek széles körében tapasztalható. Ez annak a természetes törekvésnek az eredménye – érvel Zipf – hogy gyakrabban használjuk az általunk legjobban ismert, s rugalmasabb intellektuális eszközöket. A rangsor-gyakoriság eloszlásban valamiféle „legkisebb erőfeszítés elve” tükröződik. Bradford és Zipf törvényei kapcsolatát megvilágíthatjuk, ha ezeket a törvényeket kissé átfogalmazzuk. Ahelyett, hogy a szóhasználat gyakoriságát a rangsorhoz viszonyítanánk, feltesszük a kérdést: hány szó (N) fordul elő pontosan x-szer egy adott szövegben? A válasz Zipf törvényéből következik:

$$N \sim \frac{1}{x^2}.$$

Bradford törvénye is kifejezhető egy hatványtörvény formájában:³ azoknak a folyóiratoknak (j) száma, amelyek egy adott témakörben pontosan p cikket közölnek, éppen

$$j \sim \frac{1}{p^2}.$$

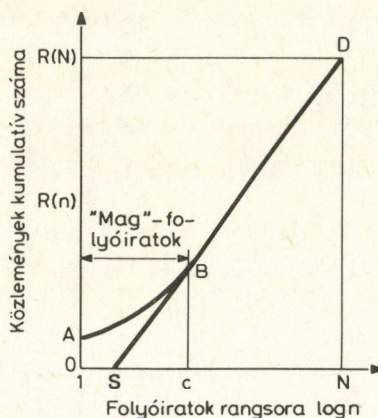
Bradford törvényének grafikus bemutatása úgy történik, hogy a cikkek kumulatív számát ábrázoljuk az azokat publikáló folyóiratok kumulatív számának logaritmus függvényében. A nyert enyhén hajló S-alakú görbe középen kiegyenesedik Bradford log-lineáris törvényének megfelelően. A görbe fölfelé kanyarodó alsó vége a magfolyóiratok szűk zónáját képviseli. A görbe felső vége a perifériális zónának felel meg, ahol a lényeges cikkek nagy számú folyóiratban szóródnak szét.⁴

Bradford törvényét úgy is értelmezhetjük, mint valamely téma információ-mennyiségének és azok forrásainak viszonyát. Bradford törvénye értelmében egy adott téma folyóiratai az információknak mintegy harmadát szolgáltatják, a másik harmad a határterületről származik, a harmadik harmad pedig még távolabbi folyóiratokban szóródik. A szakkönyvtárak állományának kialakításában tehát nem elégséges csupán a szakterület forrásait biztosítani, hanem további forrásokra is szükség van, amelyek a szóródott releváns információkat hordozzák.¹⁹

Bradford törvénye ezen túlmenően hatással van a tájékoztatási intézmények szervezésére, továbbá a bibliográfiai számbavétel problémájára is. A bibliográfiai kontroll ugyanis azt jelenti, hogy egy intézmény (legalábbis regisztrációs szinten) tudomással rendelkezik a tájékoztatásul vállalt szakterület teljes irodalmáról. De vajon hogyan biztosítható ez a számbavétel, ha a szakirodalom tematikailag majdnem a teljes világirodalomban szét van szórva?

4.1 A Bradford-törvényének analitikus alakja

Ha pl. egy témakör bibliográfiájában szereplő folyóiratokat csökkenő produktivitásuk sorrendjébe szedjük 1, 2, 3, . . . , n, és R(n)-el jelöljük az első n-folyóiratban levő releváns cikkek kumulatív számát, továbbá az R(n) értékeket ábrázoljuk a log n függvényében, akkor a 28. ábrán látható összefüggést nyerjük. A görbe az AB szakaszban hajlik. Általában az erre a



28. ábra.

A Bradford-eloszlás ábrázolása

szakaszra eső folyóiratokat (c) tekintjük a témakör mag-folyóiratainak. A BD szakasz egyenes, egyenlete:

$$R(n) = k \log \frac{n}{S} \quad (c \leq n \leq N) \quad (32)$$

ahol k az egyenes szakasz iránytangense, S a tengelymetszete.

Ha a folyóiratok száma nagy, az eloszlás végén olyan folyóiratok helyezkednek el, amelyek csupán egyetlen publikációt tartalmaznak, azaz

$$R(N') - R(N' - 1) = 1,$$

így a (32) egyenletből kapjuk:

$$1 = k \log \frac{N'}{S} - \log \frac{N'-1}{S} = -k \log \frac{N'-1}{N'} = -k \log \left(1 - \frac{1}{N'}\right). \quad (33)$$

Mivel (N') értéke nagy, alkalmazhatjuk a $-\log \left(1 - \frac{1}{N'}\right) \approx \frac{1}{N'}$ közelítést amellyel kapjuk, hogy

$$k = N'.$$

Az eloszlás egyenesének iránytangense tehát a (32) egyenletből

$$k = \frac{R(n)}{\log n} = N' \quad (34)$$

lesz.

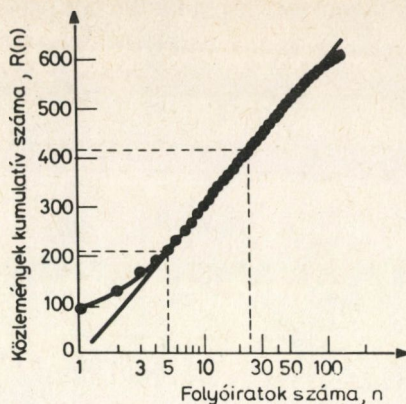
Ezzel a formulával megbecsülhetjük mindazon folyóiratok számát (N') amelyek még *egynél több* cikkel járulnak hozzá a tárgykör irodalmához. A BD és a DN egyenesek metszéspontjának $R(N)$ értéke adja a tárgykörben írt cikkek teljes számának valószínű értékét. Ezt egybevetethetjük pl. a bibliográfiában levő cikkek tényleges számával és ezáltal teljességük mértékére kapunk becslést.

A Bradford-görbe AB görbülő szakaszát az

$$R(n) = \alpha n^\beta \quad (1 \leq n \leq c) \quad (35)$$

egyenlet írja le, ahol α a legtermékenyebb folyóiratban közölt releváns cikkek száma, amely természetesen növekszik, ha azt az időtartamot, amelyet a bibliográfia átfog megnöveljük. $\beta < 1$, értéke csak rövid időtartam esetén állandó.⁵

Valójában az eloszlásnak csupán a középső szakasza lineáris. Továbbhaladva a pontok előbb-utóbb az egyenes alá esnek (29. ábra). Ezt az effektust Groos észlelte először és az irodalomban mint „Groos droop”, azaz Groos-féle letörés szerepel. Egyesek ezt annak tulajdonítják, hogy egy téma



29. ábra.

A kémiai oszcillációs reakciók irodalmának Bradford-eloszlása. Az öt magfolyóirat tartalmazza a publikációk 34,4%-át. A további 19 és 98 folyóirat a „szomszédos” illetve a „periférikus” folyóiratok csoportját alkotják

irodalma sohasem szedhető össze maradéktalanul, mások a Bradford-törvényt érvényességét vonják kétségbe ebben a tartományban.

A Bradford-eloszlásra Brookes⁴ a következő magyarázatot adta.

Egy új témakörre vonatkozó *első* cikkek véletlen módon oszlanak meg egy N számú folyóiratot tartalmazó halmazban. Kezdetben tehát annak a valószínűsége, hogy az új tárgykörrel írt cikk e halmaz akármelyik folyóiratában jelenik meg, éppen $1/N$. Amint azonban az új tárgykörrel írt első cikket bármely folyóirat már publikálta, annak a valószínűsége, hogy e folyóirat ugyanezen tárgykörben egy második cikket is közread, $1/N$ -ről $2/N$ -re nő. Ha bármely folyóirat már két cikket megjelentetett az adott tárgykörben, annak a valószínűsége, hogy kedvet csinál egy harmadiknak már $3/N$, és így tovább. Ha a témakörben további cikkeket írnak egy vagy több folyóirat „specializálódik” a témakörre és ezáltal „telítetté” válik. Ezek képezik a mag-folyóiratokat. Ez a modell alkalmas a Bradford-eloszlás egyenes szakaszának értelmezésére.

A Bradford-eloszlás általános megfogalmazásával számos közlemény foglalkozik. Ezek kimutatták, hogy a Bradford, Zipf, Pareto és a Lotka eloszlások (utóbbi kettőt ld. később) közös családot alkotnak.^{3,4,7-9}

A matematikai modellek két csoportba oszthatók⁸ a *grafikon orientált módszerek* az irodalom szóródásának statikus szerkezetét vizsgálják, míg a *deduktív módszerek* a szóródás dinamikus folyamatát kutatják. Egyik modell sem alkalmas azonban arra, hogy a görbe összes szakaszát zárt formulával leírja.

A *grafikon orientált módszerek* a gyakoriság hatványfüggvényéből indulnak ki³

$$J(p) \sim p^{-\gamma} \quad (36)$$

ahol $J(p)$ a tárgykör p darab cikkét tartalmazó folyóiratok száma, γ állandó, értéke ≈ 2 , amelyből a Bradford-Zipf eloszlás ismert alakját összegezés (integrálás) elvégzése útján nyerjük.

Ennél még általánosabb ha a következő rangsor-gyakoriság függvényt választjuk kiindulásul⁸

$$y = a \log(x + c) + b \quad (37)$$

ahol

$$y = \frac{R(n)}{R}, \quad x = \frac{n}{N},$$

$R(n)$ a cikkek kumulált előfordulása, R az összes cikk száma, n a folyóiratok rangsora és N a folyóiratok száma, a az egyenes iránytangense, b a tengelymetszet, c az adatoknak az egyenestől való eltérése a vízszintes tengely irányában. Az a , b és c paraméterek becslésére szintén több módszer, a grafikus, az algebrai és a statisztikai módszerek állnak rendelkezésre.

A *deduktív módszerek* a „legkisebb erőfeszítés,” illetve a „siker sikert eredményez” elvéből indulnak ki, amelyet először Price¹⁰ fogalmazott meg az élet számos területére: „Egy sokszor idézett cikket sokkal valószínűbb, hogy újra idéznek, mint a kevésbé idézettet. Az a szerző, aki számos közelményt publikált, nagyobb valószínűséggel publikál újra, mint a kevésbé termelékeny. Egy folyóiratot, amelyet valamilyen céllal gyakorta forgatnak, nagyobb valószínűséggel vesznek újra elő, mint a kevésbé használtat. Egyes szavak előfordulása vagy gyakori lesz, vagy ritka marad. Egy milliomos gyakrabban jut extra jövedelemhez, mint egy koldus.” Ha meggondoljuk, ez nem más, mint a Máthé effektus megnyilvánulása (lásd a 3.3 fejezetet).

A probléma valószínűségi tárgyalására az *urnamodellek* alkalmasak.^{9,10} Legyen egy urnában p darab piros és f darab fekete golyó. Húzzunk a golyókból. Ha a sikert jelképező piros golyót húzzuk, újabb s darab piros golyót teszünk az urnába. Ha fekete golyót húztunk, amely a sikertelenségünket jelenti, nem teszünk újabb golyót az urnába, hanem újra húzunk. Jelöljük n -el a húzásaink sorszámát.

Tekintsük a legegyszerűbb esetet, ahol a kiindulási állapot $p=f=s=1$, azaz az urnában egy piros, egy fekete golyó van. Annak a valószínűsége, hogy első

alkalommal ($n=1$) piros golyót húzunk egyenlő a számunkra kedvező golyók száma osztva az összes lehetséges golyó számával, azaz $1/2$ -el. Annak a valószínűsége, hogy fekete golyót húzunk, szintén $1/2$. Tegyük fel, hogy a piros golyót húztunk. Mivel $s=1$, prémiumképpen a húzott piros golyó mellé egy újabb piros golyót teszünk az urnába. Ha a fekete golyót húztuk volna, az urnában a második húzásra is egy piros és egy fekete golyó várna. A három golyóból a következő húzáskor ($n=2$) most már $2/3$ valószínűséggel húzhatunk pirosat, $1/3$ valószínűséggel feketét. Ha a pirosat húztuk, akkor a harmadik alkalommal ($n=3$) a piros golyó húzása $3/4$ valószínűséggel még kedvezőbb lesz, mint a fekete golyó húzása, amelynek valószínűsége $1/4$. Általánosságban, annak a valószínűsége, hogy piros golyót piros, azaz sikert siker követ: $\frac{1+n}{2+n}$, azaz $(1+n)$ -szer nagyobb, mint az, hogy feketét fekete,

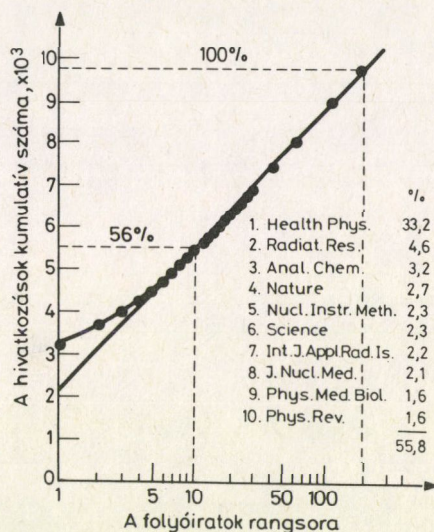
azaz bukást bukás követ, amelynek valószínűsége $\frac{1}{2+n}$, ahol n a húzások száma. Az $\frac{1+n}{2+n}$ hányados értéke annál nagyobb, mennél több piros golyót húztunk, azaz mennél többször voltunk sikeresek a korábbiakban.

Az általános többszörös urnamodellnél (ahol N urna van sorbarakva piros, ill. fekete golyókkal), az urnák jelenthetik pl. a sikerek, ill. a bukások okát, a következőképpen járunk el: húzunk az első urnából. Ha ez piros, akkor újabb s darab piros golyót teszünk vissza. Ha fekete golyót húztunk, nem történik semmi, hanem újabb golyót húzunk mindaddig, amíg meghatározott számú fekete golyónk össze nem gyűlt. A hatáshoz tehát többszörös sikertelenségre van szükség. Ekkor a következő urnából kezdjük a golyók húzását.

Fordítsuk át a modellt a valóságos eseményekre. Tekintsük a folyóiratok halmazát egy adott témakörben. Egy urna jelentsen egy folyóiratot. A siker: egy cikk publikálása az adott területről. Ez az esemény növeli annak valószínűségét, hogy a folyóirat ugyanarról a területről újabb cikket közöljön. A sikertelenség, a „nem publikálás”. Oka lehet, hogy a folyóirat vagy nem kap cikket az illető területről, vagy visszautasítja azt. Az egyszeri sikertelenséget általában nem követi azonnali hatás. A sokszoros sikertelenség azonban azt eredményezi, hogy a folyóirat előbb vagy utóbb kizárja magát a kérdéses területről.

A számításokat elvégezve megkapjuk a Zipf-Mandelbrot eloszlást, amely a Bradford-eloszlás általánosabb esete.⁹ Mandelbrot ugyanis a kommunikáció költségeit vette alapul a szavak, a szavakat alkotó betűk és a szavakat elválasztó szóközök kifejezésében. Ez a költség növekszik a szavak betűinek számával és az információ terjedelmével. Eszerint Zipf törvénye a betűkkel és szóközökkel kifejezhető kommunikációs költségek közelítésének tekinthető.

Bradford-eloszlást követ a *hivatkozások* eloszlása is, akár egy folyóíratra, vagy folyóíratcikkre, akár a folyóíratok adott halmazára vizsgáljuk.³ Az $R(n) = k \log \frac{n}{S}$ formulában ebben az esetben $R(n)$ az adott időtartam alatt kapott hivatkozások kumulatív számát, n a hivatkozások alapján sorrendbe szedett cikkek, ill. folyóíratok számát jelenti (30. ábra). Mindemellett



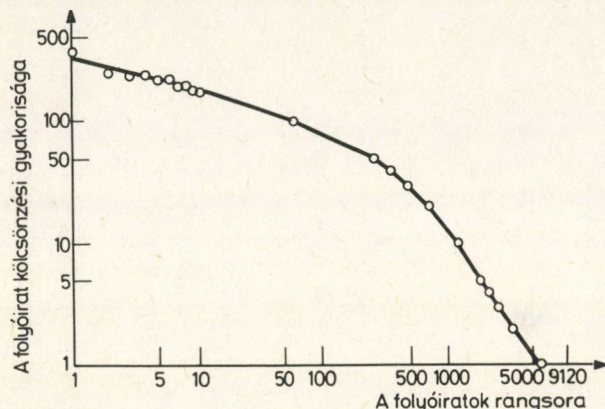
30. ábra.

A *Health Physics* folyóíratban 1977-ben megjelent cikkek folyóírat-hivatkozásainak Bradford-Zipf típusú eloszlása

tudatában kell lennünk, hogy a hivatkozások bibliográfiailag inhomogének, szemben valamely megadott terület bibliográfiájával, amelyre Bradford a törvényét eredetileg megfogalmazta. A bibliográfiailag homogén cikkek ugyanis a legkülönbözőbb tudományterületeken, széles időintervallumban megjelent cikkekre hivatkoznak, továbbá ugyanaz a hivatkozás többször is szerepelhet az eloszlásban, míg pl. egy bibliográfia esetén, egy cikk csupán egyszer fordulhat elő. A „siker sikert eredményez” elvet felhasználták dinamikus, azaz a folyamatok időbeli viselkedését is leíró modellek alkotására is.¹⁵ Ez a modell számszerű kapcsolatot teremt az exponenciális növekedés időállandója és az eloszlások paraméterei között.

A könyvtárosi gyakorlatban a *folyóíratok használata* gyakoriságának vizsgálatára – a hivatkozásokhoz hasonlóan – szintén felhasználhatjuk a Bradford-féle eloszlást.¹¹ Itt $R(n)$ egy vizsgált időszakban a kölcsönzések

kumulatív számát jelenti a kölcsönzések alapján sorrendbe szedett n folyóíratra. Itt szeretnénk utalni Urquhart^{1 2} ma már klasszikusnak számító vizsgálatára, a londoni Science Library 1956. év során beérkezett 53.000 külső kölcsönzési kérelem analizésére (31. ábra), amelynek summázott eredménye: az igények 80%-ának kielégítésére a teljes könyvtári állománynak kevesebb mint 10%-a elégségesnek bizonyult.



31. ábra.

Egy évre vonatkoztatott kölcsönzések száma és a folyóíratok rangsora a kölcsönzések számának csökkenő mértéke szerint. A vizsgált könyvtár 9.120 folyóíratot kitevő raktárkészletéből kb. 3.000-et egyáltalán nem kölcsönöztek ki a vizsgált év során

A folyóíratok idézetanalízisének felhasználása a *könyvtári beszerzésben* erősen vitatott.^{1 3} Az idézeti adatok nem egyeznek meg a kölcsönzések gyakorisági adataival. Egy kutatót pl., aki egy szerényebb igényű szakterülettel foglalkozik, nem fogják kielégíteni a diszciplína nagynevű, sokat idézett folyóíratai. A helyes beszerzési stratégia kialakításához tehát számos egyéb tényezőt, pl. a folyóíratok elévülését, különféle költségeket (előfizetés, tárolás, köttetés stb.) is figyelembe kell venni (ld. pl. a Kraft-féle módszert^{1 3}) a konkrétan felmerülő igényeken kívül.

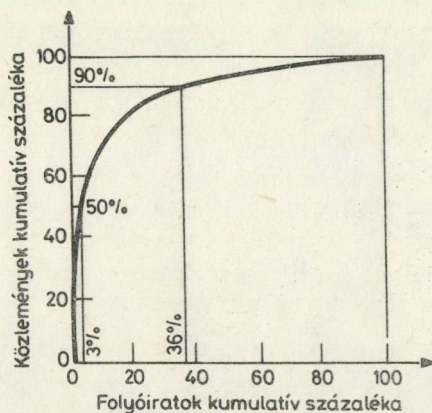
Informatikai gyakorlatban a Zipf-eloszlás felhasználható pl. a tezaszuszok minőségének vizsgálatára. A dokumentumok indexelése során az egyes deszkriptorok felhasználási gyakorisága során kialakult rangsorukat a deszkriptorok számával hasonlítjuk össze.^{1 4} A Zipf eloszlás felhasználható automatikus indexelésre is. Ez a módszer számítógép segítségével összeszámálhatja a dokumentumban leggyakrabban előforduló szavakat és kifejezéseket miután a tiltott szavak (stop words) listája segítségével kizárta az információt

nem hordozó szavakat. A leggyakrabban előforduló szavakat és kifejezéseket tekinthetjük ezek után a dokumentum tárgyát legjobban jellemző kulcsszavaknak.^{16,17}

4.2 A Bradford-görbe felvétele

A Bradford-görbét felhasználhatjuk valamely szakterület mag-folyóiratainak meghatározására adott bibliográfia, vagy referáló folyóirat egy fejezetét véve, vagy válogatva, esetleg folyóiratok adott évfolyamainak átnézése alapján.

Megszámoljuk, hogy egy adott folyóirat hányszor fordult elő vizsgálatunk során, azaz hány releváns cikket tartalmazott. A folyóiratokat a cikkek száma szerint csökkenő számsorba szedjük és rangsoroljuk (n). Az egyes számot a legtöbb cikket tartalmazó folyóirat kapja. Az így nyert n érték logaritmusát ábrázoljuk az x -tengelyen, az y -tengelyen pedig lineáris léptékben feltüntetjük az $R(n)$ adatokat, amelyeket a következőképpen nyerünk. Az első folyóirat $n=1$ esetén a folyóiratban talált cikkek számát, $R(1)$ tüntetjük fel. A második $n=2$ esetén az első és a második folyóiratban levő cikkek számának összegét, $R(2)$ és így tovább, azaz n értékéhez az első n folyóiratban talált cikkek számának összegét $R(n)$ mérjük fel a függőleges tengelyre. A magfolyóiratokat a Bradford-eloszlás görbült szakasza jelzi (28. ábra). A k értéke az egyenes szakasz iránytangenséből, az S értéke pedig a vízszintes tengelymetszetéből határozható meg. Szemléletes és közvetlenül százalékos értékeket olvashatunk le, ha mindkét tengely értékeit $[n, R(n)]$, az össz-folyóirat, ill. az össz-cikk százalékában számoljuk át és lineáris léptékben ábrázoljuk (32. ábra).⁶ Erről az ábráról leolvashatjuk, hogy pl. a



32. ábra.

A Bradford-eloszlás ábrázolása lineáris tengelyekkel és százalékos értékekkel

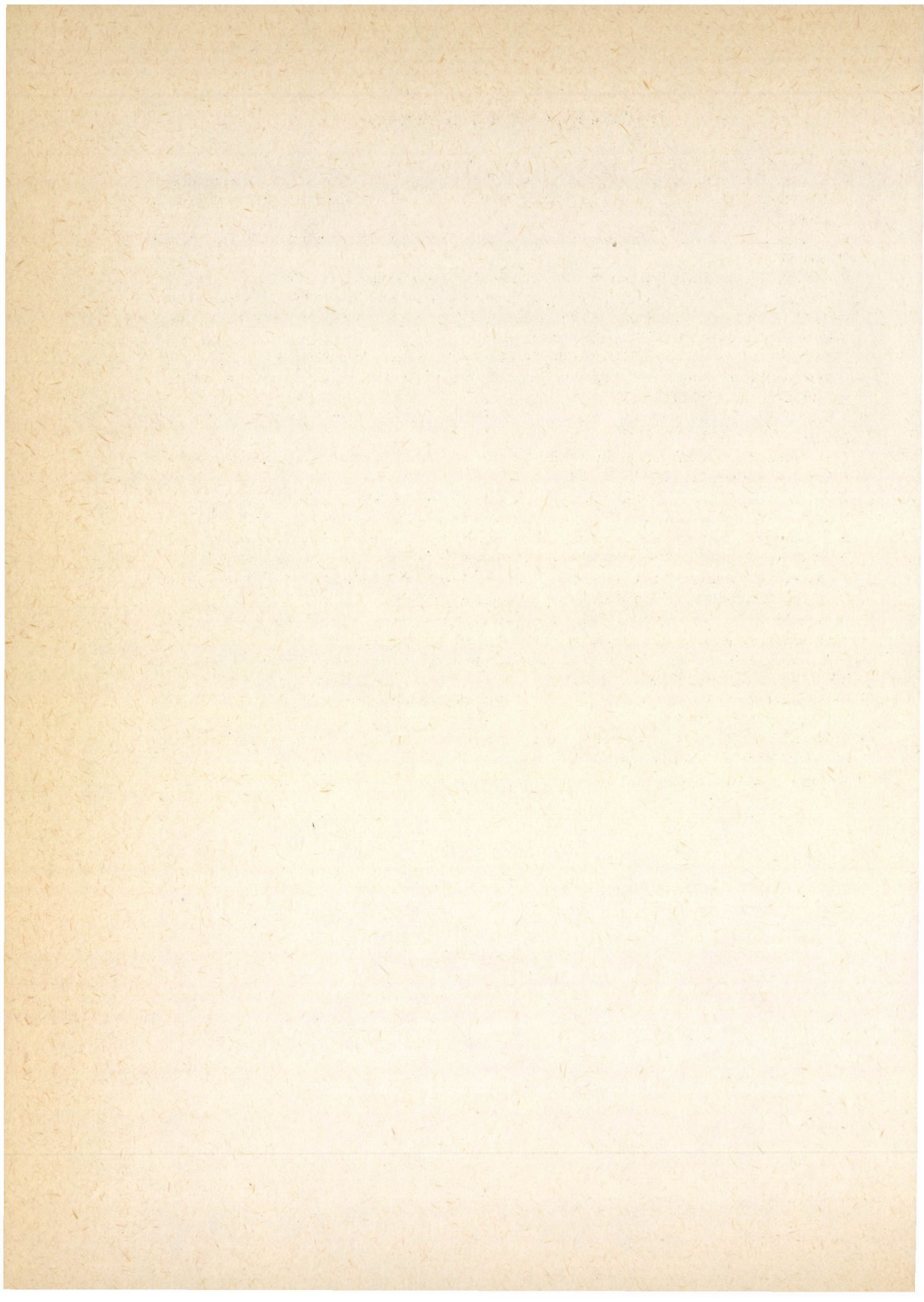
folyóiratok 3%-a a közlemények 50%-át tartalmazzák, vagy megfordítva, 90%-a a közleményeknek a folyóiratok 36%-ában koncentrálódik.

Az ilyen ábra hűen tükrözi pl. egy bibliográfia összeállítására vagy akár szakirdalom figyelésére fordított idő, energia, költség stb. és az eredmény összefüggését. Kezdetben ugyanis kevés energiabefektetéssel jelentős eredményt érhetünk el. Tovább fokozva a befektetést, pl. növelve az átnézett folyóiratok számát, az eredmény, azaz a megtalált releváns közlemények száma egyre kisebb lesz. Ez indokolja pl. azt, hogy a szakirodalom keresését, az adatbázis méretét, a beszerzett folyóiratok számát stb. valahol ésszerűen limitálnunk kell.

A statisztikai eloszlásoknak egy lényeges tulajdonságára szeretnénk még felhívni a figyelmet. Ezt egy példával világítjuk meg. Mondjuk, tanulmányoztuk könyvtárunk kölcsönző céduláit, amely alapján megállapítottuk, hogy mely folyóiratok azok, amelyeket igen kevészer vagy egyáltalán nem használtak a vizsgált időszak alatt. Gondolatban szüntessük meg ezek előfizetését. Ezzel valahol levágtuk az eloszlás végét. Kis idő múltán azt fogjuk tapasztalni, hogy olvasóink száma csökken, elmaradoznak és más könyvtárakhoz fordulnak azok, akiket egyszer vagy többször kudarc ért, azaz nem találták meg a keresett folyóiratot. Ezáltal az eloszlás egy alacsonyabb szinten újra visszaáll. Ha eljárásunkat tovább folytatnánk, végül elfogyna a folyóiratállományunk és olvasótáborunk is. Ez viszont fordítva is igaz. Ha növeljük a fellelhető folyóiratok számát, nőni fog olvasóink tábora is, többször fogják használni azokat a folyóiratokat, amelyeket eddig egyáltalán nem, vagy csak nagyon kevészer kerestek. Ne felejtjük el, a bibliometria és a tudománymetria törvényei nem természeti törvények ugyan, de társadalmi folyamatok *objektív* törvényei. Hatásuk sem nem befolyásolható, sem nem szüntethető meg. Létezésükkel mindig számolnunk kell. Nem tagadhatjuk azonban, hogy jelenleg még nem ismerjük kielégítően a bibliometriai illetve a tudománymetriai jelenségek mögött működő ok – okozati összefüggéseket. Ennek tulajdonítható módszereink hiányossága. Mindazonáltal ezek a módszerek minden hátulütőjükkel együtt a legobjektívabb módszerek a maguk területén. Olyan segédeszközöknek kell tekintelnünk őket, amelyek kiegészítik a szubjektív döntési lehetőségeinket, de nem helyettesíthetik azokat. Ha ezt elfogadjuk, akkor a bibliometria illetve a tudománymetria előnyei és hátrányai valóban megfelelő megítélésben részesülnek.¹⁸

Irodalomjegyzék a 4. fejezethez

1. S. C. Bradford, *Documentation*. Crosby, London, 1948.
2. G. K. Zipf, *Human Behaviour and the Principle of Least Effort*. Addison Wesley, Cambridge, 1949.
3. S. Nararan, Power law relations in science bibliography: A self consistent interpretation. *J. Docum.*, 27 (1971) 83.
4. B. C. Brookes, The derivation and application of the Bradford-Zipf distribution. *J. Docum.*, 24 (1968) 247.
5. B. C. Brookes, Bradford's law and the bibliography of science. *Nature*, 224 (1969) 953.
6. M. Burger, E. Bujdosó, Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science; in R. J. Field, M. Burger (Szerk.), *Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems*. Wiley, New York, 1985, Chapter 16, p. 565.
7. F. Leimkuhler, An exact formulation of Bradford's law. *J. Docum.*, 36 (1980) 285.
8. I. Asai, A general formulation of Bradford's distribution: the graph oriented approach. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 32 (1981) 113.
9. J. Tague, The success – breeds – success phenomenon and bibliometric processes. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 32 (1981) 280.
10. D. de Solla Price, A general theory of bibliometric and other cumulative advantages processes. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 27 (1976) 292.
11. W. Goffman, T. G. Morris, Bradford's law and library acquisition. *Nature*, 226 (1970) 922.
12. D. de Solla Price, *Kis tudomány – nagy tudomány*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979, p. 95.
13. A. J. Meadows, *The Scientific Journal*. ASLIB Reader Series, Vol. 2. ASLIB, London, 1979.; A. Singleton: Journal ranking and selection: A review in physics c. fejezete, p. 186.
14. O. Nacke, *Zitatenanalyse und verwandte Verfahren*, IDIS, Bielefeld, 1980.; R. Henzler: *Bibliometrische Methoden der Termalanalyse* c. fejezete, p. 133.
15. A. Schubert, W. Glänzel, A dynamic look at a class of skew distributions. A model with scientometric appliations. *Scientometrics*, 6 (1984) 149.
16. H. P. Luhn, A statistical approach to mechanized encoding and searching of literary information. *IBM J. Res. Develop.*, 1 (1957) 309.
17. P. B. Baxendale, Machine-made index for technical literature. An experiment. *IBM J. Res. Develop.*, 2 (1958) 354.
18. L. Ikpahaandi, An overview of bibliometrics. Its measurements, laws and their applications, *Libri*, 35 (1985) 163; lásd *Kutatás-Fejlesztés Tudományszerv. Táj.*, 26 (1986) 279.
19. Marton J., Az élettudományok legfontosabb folyóiratai. *Könyvtári Figyelő*, 31 (1985) 583.



5. A tudományos szakirodalom elévülése

A dolgozatok hivatkozásai az időben csak egy bizonyos mélységig nyúlnak vissza, azaz a kutatók nagyobb gyakorisággal használják a frissebb információkat mint a régebbieket. Ha egy t időnél régebbi hivatkozások számát az idő függvényében ábrázoljuk, exponenciális görbét kapunk, amelynek egyenlete

$$R(t) = N e^{-\frac{0,693}{T_{1/2}} t} \quad (38)$$

ahol $R(t)$ – a t időnél régebbi hivatkozások száma,

N – a hivatkozások teljes száma,

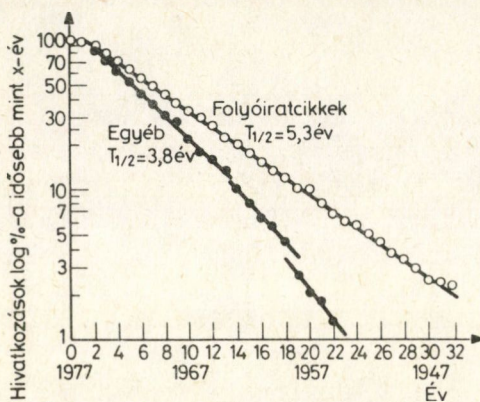
$T_{1/2}$ – az illető terület irodalma használatának elévülési ideje (felezési idő).¹

Ez az egyenlet jellegében nagyon hasonló a radioaktív izotópok bomlásához. Csak folyóiratban publikált cikkek hivatkozásaira érvényes, hiszen csak ezek idézhetők időben folyamatos jelleggel. A radioaktív izotópok bomlásával az analógia csak részleges, hiszen egy cikk nem tűnik el, nem változik át ha idézik, ellenkezőleg egy cikket elvileg bármely későbbi időpontban idézhetnek. Egy témakör szakirodalmának felezési ideje ($T_{1/2}$) azt a sebességet méri, amellyel a hivatkozások gyakorisága (a szakirodalom felhasználásának mértéke a felére csökken: kis felezési idő gyors, nagy felezési idő lassú elévülést jelent).

A hivatkozások csökkenésének ténye azonban nem feltétlenül jelenti egy munka vagy közlemény *tartalmának* az elévülését. Gondoljunk csak Euklides geometriájára vagy Newton mechanikájának alaptörvényeire. Abszolút értelemben sincs elévült irodalom. A tudománytörténeti kutatások számára például egy „elfelejtett” mű is értékes kortörténeti bizonyíték. Az elévülés szó tehát esetenként és tudományterületenként változó tartalmat jelent.

A felezési idő a szakirodalom, illetve a dokumentumok inkurrensé válásának mértékét, az érdeklődés hanyatlásának fokát jelzi inkább, mint az elévülés szószerinti kvantitatív jelenségét.

Példaként bemutatjuk a *Health Physics* által 1977 és 1978-ban közölt cikkek hivatkozásainak feldolgozása alapján kapott összefüggéseket (33. ábra). A folyóiratcikk hivatkozások egy 5,3 év felezési idővel jellemezhető exponenciális görbére simulnak. Feltűntettük a velük közel azonos mennyiségű nem-folyóirat* hivatkozásokat is, amely a korábban említett okok miatt nem szükségképpen ad exponenciális lefutást. Nem meglepő, hogy ez utóbbiak használatának elévülése még gyorsabb.



33. ábra.

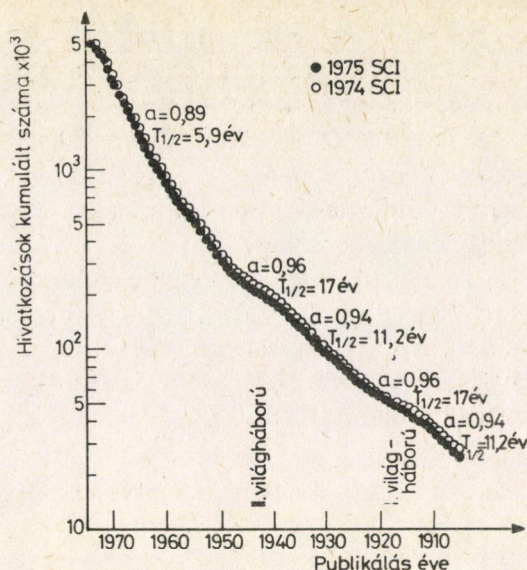
A sugárvédelmi folyóiratcikkek és egyéb dokumentumok elévülése a *Health Physics* folyóiratban közölt cikkek hivatkozásai alapján

A világ természettudományos folyóirat irodalma elévülésének felezési ideje 5,9 év.² A vizsgálatok azt mutatják, hogy gyors elévülés egy specializált közösség koncentrált, míg a hosszú felezési idő egy széles réteg diffúz használata esetén lép fel.

A *Science Citation Index* adatbázisban levő kb. 3.200 folyóirat 1974. és 1975. évi idézési adataiból Griffith és munkatársai³ a természettudományokra meghatározták az elévülési hányadost (a). (Az általunk használatos felezési idővel való összefüggése $T_{1/2} = 0,301 / -\log a$). A kapott adatokat a 34. ábra mutatja. A kezdeti (1910 előtti) felezési idő 11,2 év volt, amely az első világháború miatt 17 évre nőtt. A háború után az eredeti érték visszaállt, de a II. világháború újra megnövelte azt 17 évre. Az 1950-es évek óta felvette a most állandónak mutató $T_{1/2} \approx 6$ év értéket.

Az egyes területek, adott folyóiratok cikkei elévülésével foglalkozó irodalom igen kiterjedt. A tudományterületek felezési idejét Burton és Kebler⁴ nyomán a 11. táblázatban mutatjuk be.

*Többségükben kutatási jelentések.



34. ábra.

A Science Citation Index adatbázisában levő folyóiratok hivatkozási adatainak elélvülése az 1975. és 1979. évi adatok alapján³

11. táblázat

Egyes főbb tudományterületek szakirodalmának felezési ideje⁴

| Tudományág | Felezési idő, év |
|-------------------------|------------------|
| Kohászat | 3,9 |
| Fizika | 4,6 |
| Vegyészmérnöki tudomány | 4,8 |
| Gépészmérnöki tudomány | 5,2 |
| Fiziológia | 7,2 |
| Kémia | 8,1 |
| Botanika | 10,0 |
| Matematika | 10,5 |
| Geológia | 11,8 |

Az elélvülési idő szoros összefüggésben van az illető tudományág fejlődésével. Ha az egyszerűség kedvéért azonosnak vesszük minden közlemény felhasználási, azaz idézési valószínűségét, a hivatkozások között már csak azért is több lesz a friss, mert több van belőlük.⁵

A tudományterületek kialakulásakor illetve azok kezdeti fejlődő szakaszában napvilágra kerülnek olyan régi közlemények, amelyek a terület előzmé-

nyének tekinthetők. Ezek az ötven, vagy akár száz éves cikkek tudományos és történeti szempontból egyaránt különös jelentőséget nyernek. A szerzők dolgozataik bevezető részében rendszeresen megemlékeznek róluk.⁶ Az $R(t)$ elévülési görbében tehát jelentkezik egy lassan öregedő komponens is, azaz a $[\log R(t), t]$ ábrázolásban a pontok nem egy egyenesen, hanem egy, görbén helyezkednek el. A görbe felbontásával mind a gyorsan, mind a lassan évülő komponens felezési ideje meghatározható.

Említsük még meg az elévülés egy másik vonatkozását, amely minden publikáló szerzőt érint. Ha úgy tekintjük, hogy egy közlemény elévülését jelző óra a kézirat elkészültekor, vagy valamely folyóirathoz való beküldésekor indul el, akkor a cikk már megjelenéséig, az átfutási idő alatt (τ) is „öregszik”. Ennek mértékét kiszámíthatjuk, ha megmérjük a tudományterület felezési idejét ($T_{1/2}$):

$$\text{kézirat öregedése, \%} = \left[1 - e^{-\frac{0,693}{T_{1/2}} \tau} \right] \cdot 100. \quad (39)$$

Tegyük fel, hogy az átfutási idő $\tau=1$ év, a szakterület öregedésének felezési ideje $T_{1/2}=6$ év, akkor a kézirat a nyomdai átfutási idő alatt 13%-ot veszített használati értékéből. A megengedhető kb. 10% körül lenne, amely 6–8 hónapos átfutási időnek felel meg.

Az eddig tárgyalt elévülés valamely szakterületen, vagy folyóiratban közölt cikkek irodalomjegyzékében található publikációk korának eloszlására jellemzők. Ettől azonban meg kell különböztetnünk az egyes *folyóiratok saját elévülését*, amely a rájuk vonatkozó hivatkozások időbeli csökkenéséből számítható. Ezen adatokat a *Journal Citation Reports (JCR)* „Journal Half-life” fejezete közli (12. táblázat).⁷

A táblázatban a második oszlop a folyóiratok rövidítése, az utána következő oszlopok az adott (1983) kiindulási évtől kezdődően évenként tüntetik fel a kumulált hivatkozások százalékát. Ezen adatokból számított felezési időt az 1. oszlop mutatja.

Könyvtárosi gyakorlatban a felezési idő irányadó lehet a könyvtár szelekciós politikájában. Például, ha egy szakkönyvtár folyóiratállománya azonos mértékben növekszik a folyóiratok számával, az adott területen a felezési időből kiszámítható, hogy a folyóiratok használata mely évfolyamokra fog koncentrálni. Ennek alapján egy könyvtár megbecsülheti az ún. inkurrens, azaz a ritkán vagy egyáltalán nem használt állományának korát és ezt az állományrészt leadhatja. Ezáltal mód nyílik arra, hogy állományát jobban kezelhető optimális méreteken alakítsa ki. A leadott anyag a

12. táblázat
A Journal Citation Reports „Journal Half-life” c. fejezete a folyóiratok ABC sorrendjében

| SCI JOURNAL CITATION REPORTS | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1983 CHRONOLOGICAL DISTRIBUTION OF CITATIONS TO CITED JOURNALS | | | | | | | | | | | |
| CUMULATIVE PERCENTAGE OF CITATIONS FROM 1983 JOURNALS TO ARTICLES PUBLISHED DURING YEARS INDICATED | | | | | | | | | | | |
| CITED HALF-LIFE | CITED JOURNAL | 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | 1977 | 1976 | 1975 | 1974 |
| 7.9 | A GRAEF A KL EXP OPH | 1.63 | 7.02 | 13.42 | 20.95 | 26.34 | 36.00 | 42.65 | 50.18 | 56.70 | 62.48 |
| 9.1 | A VAN LEEUW J MICROB----- | 1.45 | 5.29 | 11.52 | 21.58 | 31.65 | 36.02 | 39.33 | 42.91 | 49.00 | 55.63 |
| 9.0 | AAPG BULL | 1.38 | 6.68 | 13.71 | 22.92 | 29.78 | 35.25 | 41.57 | 46.70 | 49.91 | 55.96 |
| > 10.0 | ABH MATH SEM HAMBURG----- | 0.63 | 1.89 | 3.16 | 3.16 | 4.42 | 6.95 | 11.38 | 12.65 | 17.08 | 17.72 |
| > 10.0 | ACAROLOGIA | 1.52 | 3.04 | 6.08 | 8.11 | 11.16 | 13.19 | 19.28 | 21.31 | 28.42 | 37.56 |
| 5.9 | ACCOUNTS CHEM RES----- | 1.23 | 7.61 | 17.07 | 29.47 | 40.80 | 50.34 | 57.68 | 63.54 | 69.70 | 74.94 |
| 4.5 | ACM T DATABASE SYST | 0.44 | 11.16 | 20.08 | 32.14 | 62.49 | 70.08 | 86.15 | 99.10 | 99.10 | 99.10 |
| 4.2 | ACM T MATH SOFTWARE | 3.10 | 7.93 | 21.37 | 45.86 | 61.37 | 75.51 | 85.16 | 93.78 | 99.65 | 99.65 |
| 3.9 | ACM T PROGR LANG SYS | 1.12 | 12.67 | 30.13 | 50.13 | 68.73 | 79.15 | 89.57 | 99.71 | 99.71 | 99.71 |
| 3.9 | ACS SYM SER----- | 4.12 | 15.36 | 34.98 | 50.52 | 64.05 | 72.44 | 84.74 | 93.02 | 96.71 | 97.85 |
| 7.1 | ACTA AGR SCAND | 2.14 | 6.00 | 10.29 | 24.24 | 37.55 | 43.34 | 48.92 | 55.35 | 59.00 | 62.01 |
| 5.8 | ACTA ANAESTH SCAND----- | 1.81 | 12.88 | 21.30 | 32.37 | 39.49 | 51.77 | 66.71 | 71.26 | 76.79 | 78.99 |
| > 10.0 | ACTA ANAT | 1.87 | 5.82 | 11.79 | 19.15 | 23.52 | 28.45 | 33.86 | 37.26 | 41.70 | 45.45 |
| > 10.0 | ACTA ARITH----- | 0.00 | 4.36 | 8.25 | 18.93 | 20.87 | 21.84 | 28.15 | 36.40 | 45.62 | 48.05 |
| 5.5 | ACTA ASTRONAUT | 0.00 | 4.63 | 14.67 | 21.62 | 42.46 | 57.52 | 70.65 | 81.84 | 87.25 | 98.06 |
| 7.6 | ACTA BIOCHIM BIOPHYS----- | 1.05 | 4.76 | 10.05 | 20.10 | 24.86 | 36.50 | 46.55 | 51.84 | 55.55 | 59.78 |
| 9.5 | ACTA BIOCHIM POL | 1.51 | 3.78 | 7.19 | 17.04 | 23.48 | 29.54 | 37.11 | 42.04 | 46.96 | 52.27 |
| 8.8 | ACTA BIOL HUNG----- | 0.84 | 5.48 | 9.28 | 14.34 | 22.36 | 29.11 | 39.23 | 45.98 | 50.62 | 53.58 |
| 6.0 | ACTA BIOL MED GER | 0.00 | 5.89 | 21.71 | 30.10 | 38.41 | 49.39 | 60.20 | 69.08 | 74.08 | 77.24 |
| > 10.0 | ACTA BOT NEERL----- | 1.75 | 7.58 | 11.47 | 16.14 | 20.42 | 23.34 | 27.81 | 30.93 | 35.40 | 42.99 |
| 9.0 | ACTA CARDIOL | 0.37 | 2.98 | 11.19 | 21.26 | 30.59 | 40.29 | 42.53 | 46.26 | 49.62 | 61.94 |
| > 10.0 | ACTA CHEM SCAND----- | 0.08 | 0.18 | 0.22 | 0.32 | 0.58 | 0.68 | 0.82 | 3.64 | 4.12 | 4.32 |
| 4.7 | ACTA CHEM SCAND A | 2.60 | 13.03 | 30.27 | 41.72 | 53.05 | 66.09 | 76.52 | 81.74 | 90.13 | 98.63 |
| 4.5 | ACTA CHEM SCAND B----- | 3.50 | 12.67 | 32.13 | 44.74 | 55.18 | 63.53 | 72.70 | 78.29 | 90.07 | 98.50 |
| 9.3 | ACTA CHIR HUNG | 1.21 | 5.09 | 12.51 | 18.93 | 28.68 | 33.33 | 39.75 | 43.40 | 47.83 | 53.71 |
| > 10.0 | ACTA CHIR SCAND----- | 1.04 | 4.73 | 8.50 | 15.48 | 21.97 | 26.23 | 29.96 | 35.81 | 39.58 | 43.00 |
| 6.3 | ACTA CLIN BELG | 2.97 | 6.93 | 10.89 | 23.76 | 30.69 | 43.56 | 64.35 | 74.25 | 77.22 | 79.20 |
| > 10.0 | ACTA CRYSTALLOGR----- | 0.26 | 0.52 | 0.59 | 0.80 | 0.82 | 0.97 | 1.08 | 12.39 | 12.79 | 12.99 |
| 8.8 | ACTA CRYSTALLOGR A | 1.80 | 7.07 | 16.72 | 22.44 | 28.74 | 35.58 | 41.90 | 45.16 | 50.73 | 57.73 |
| 6.8 | ACTA CRYSTALLOGR B----- | 0.63 | 7.90 | 16.37 | 24.45 | 32.85 | 42.38 | 51.22 | 54.72 | 62.04 | 68.92 |
| 5 | ACTA CRYSTALLOGR C | 91.27 | 91.86 | 92.44 | 92.44 | 92.44 | 92.44 | 92.44 | 92.44 | 92.44 | 92.44 |
| 6.9 | ACTA CYTOL | 0.83 | 6.08 | 15.63 | 24.02 | 32.86 | 40.03 | 50.73 | 58.48 | 64.25 | 68.61 |
| 6.2 | ACTA DERM-VENEREOL | 1.62 | 8.62 | 20.04 | 30.34 | 41.54 | 48.20 | 55.59 | 60.07 | 64.94 | 68.53 |
| 6.1 | ACTA DIABETOL LAT----- | 0.56 | 7.34 | 20.33 | 28.24 | 40.11 | 48.58 | 55.92 | 62.14 | 66.66 | 71.75 |
| 6.6 | ACTA ENDOCRINOL-COP | 1.16 | 7.01 | 17.40 | 26.75 | 35.40 | 44.94 | 52.70 | 59.54 | 65.97 | 69.90 |
| 5.7 | ACTA ENTOMOL BOHEMOS----- | 6.76 | 16.54 | 25.56 | 32.32 | 40.59 | 53.37 | 57.89 | 66.91 | 70.67 | 71.42 |
| 5.7 | ACTA GASTRO-ENT BELG | 0.00 | 2.72 | 8.18 | 28.18 | 39.99 | 53.63 | 59.99 | 69.99 | 70.90 | 73.63 |
| 6.3 | ACTA GENET MED GEMEL----- | 1.13 | 3.40 | 11.36 | 19.31 | 44.31 | 55.33 | 59.97 | 60.22 | 64.20 | 67.61 |
| 5.9 | ACTA HAEMATOL JAPON | 2.82 | 7.34 | 20.33 | 28.81 | 37.28 | 50.84 | 57.62 | 61.57 | 63.83 | 68.92 |
| 6.3 | ACTA HAEMATOL-BASEL----- | 1.78 | 9.51 | 17.60 | 29.56 | 39.82 | 47.73 | 53.48 | 58.37 | 62.23 | 64.87 |
| 6.1 | ACTA HISTOCHEM | 4.60 | 13.95 | 27.09 | 35.90 | 39.70 | 49.45 | 53.52 | 58.12 | 63.27 | 65.85 |
| 4.4 | ACTA HISTOCHEM CYTOC----- | 1.11 | 13.68 | 28.49 | 43.01 | 58.37 | 63.96 | 71.78 | 78.48 | 80.44 | 86.59 |
| 3.5 | ACTA HYDROCH HYDROB | 2.50 | 20.83 | 41.66 | 56.66 | 67.49 | 74.99 | 82.49 | 84.99 | 91.66 | 95.00 |
| 6.0 | ACTA INFORM----- | 0.90 | 7.27 | 16.05 | 29.99 | 35.14 | 49.99 | 58.78 | 67.57 | 73.02 | 76.36 |
| 9.9 | ACTA MATH HUNG | 1.47 | 6.89 | 14.28 | 21.67 | 26.59 | 33.98 | 41.37 | 45.81 | 47.78 | 50.24 |
| > 10.0 | ACTA MATH-DJURSHOLM----- | 0.90 | 2.89 | 6.41 | 9.67 | 12.38 | 14.91 | 17.89 | 21.06 | 23.95 | 29.02 |
| 4.7 | ACTA MECH | 5.55 | 16.01 | 29.41 | 42.15 | 52.93 | 56.86 | 65.02 | 68.29 | 75.81 | 77.77 |

13. táblázat

A növekedéssel korrigált felezési idő (T_k) a növekedési tényező (G) és a felezési idő ($T_{1/2}$) függvényében

| $T_{1/2}$ | Növekedési tényező, G | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1,01 | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,09 | 1,10 |
| 1 | 1,02 | 1,03 | 1,05 | 1,06 | 1,08 | 1,09 | 1,11 | 1,13 | 1,14 | 1,16 |
| 2 | 2,06 | 2,12 | 2,19 | 2,26 | 2,33 | 2,40 | 2,40 | 2,57 | 2,66 | 2,76 |
| 3 | 3,14 | 3,28 | 3,44 | 3,61 | 3,80 | 4,10 | 4,24 | 4,50 | 4,79 | 5,11 |
| 4 | 4,24 | 4,52 | 4,82 | 5,17 | 5,57 | 6,03 | 6,56 | 7,20 | 7,96 | 8,89 |
| 5 | 5,39 | 5,83 | 6,36 | 6,97 | 7,72 | 8,63 | 9,77 | 11,24 | 13,22 | 16,00 |
| 6 | 6,57 | 7,24 | 8,06 | 9,08 | 10,39 | 12,11 | 14,48 | 17,97 | 23,62 | 34,29 |
| 7 | 7,78 | 8,75 | 9,98 | 11,59 | 13,80 | 17,01 | 22,10 | 31,42 | | |
| 8 | 9,04 | 10,37 | 12,14 | 14,62 | 18,31 | 24,43 | 36,51 | | | |
| 9 | 10,34 | 12,12 | 14,61 | 18,34 | 24,56 | 36,97 | | | | |
| 10 | 11,68 | 14,00 | 17,44 | 23,03 | 33,77 | | | | | |
| 11 | 13,06 | 16,04 | 20,72 | 29,13 | 48,73 | | | | | |
| 12 | 14,50 | 18,26 | 24,58 | 37,38 | | | | | | |
| 13 | 15,98 | 20,68 | 29,17 | 49,16 | | | | | | |
| 14 | 17,52 | 23,33 | 34,74 | | | | | | | |
| 15 | 19,12 | 26,25 | 41,63 | | | | | | | |

könyvtári rendszerből nem kerül kivonásra. A tároló könyvtárak ugyanis egy ország vagy régió ellátásában éppen az ilyen típusú dokumentumokkal vesznek részt. Egy könyvtár tehát „elfelejthet” bizonyos dokumentumokat, a könyvtári rendszer azonban nem.

Amennyiben azonban a könyvtár folyóirat darabszám-gyarapodása eltér a folyóiratok számának növekedésétől, a felezési idő alkalmazása a szelekciónál hibás következtetésekre vezethet. Line⁵ az előzőekben tárgyalt felezési időt *látszólagosnak* nevezi, amelyet a növekedésre korrigál. Számításának eredményét a 13. táblázat tartalmazza.

A növekedési tényező

$$G = \frac{P_n}{P_{n-1}} \quad (40)$$

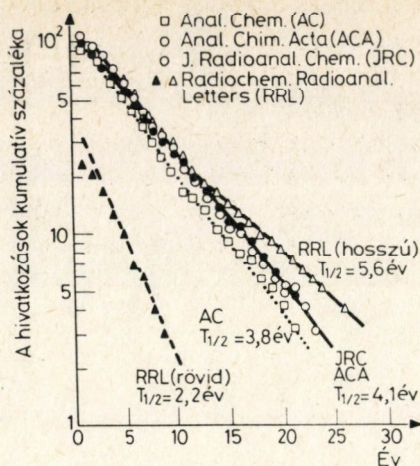
azaz a tételek számának hányadosa két egymás után következő évben. A 13. táblázat az idézetek összeszámlálásából kapott felezési idő ($T_{1/2}$) és a növekedési faktor függvényében (G) adja meg a növekedéssel korrigált felezési időt (T_k).

5.1 A felezési idő mérése

Egy tárgykör felezési idejének mérésére felhasználhatunk pl. egy bibliográfiát, vagy a tárgykör folyóiratait. Kiszámítjuk a cikkek irodalomjegyzékében levő folyóirat-hivatkozások és a cikk megjelenési időpontjai (vagy a szerkesztőséghez való beérkezési időpont) közötti különbségét. Ezt általában csak éves pontossággal sikerül megállapítani. Amikor már elegendő adatunk gyűlt össze, az idézett folyóirat-tételek számát növekvő évszám szerint rendezzük (esetleg kiszámítjuk a hivatkozások teljes számában kifejezett százalékukat). Az $R(t)$ értéket, azaz egy adott t időnél régebbi hivatkozások számát (vagy százalékát) úgy kapjuk meg, ha a t időnél nagyobb idők értékéhez tartozó tételek számát összegezzük. A $\log R(t)$ adatok az idő függvényében egyenest adnak (35. ábra). A felezési idő ennek iránytangenséből

$$T_{1/2} = \frac{0,301}{m} \quad (41)$$

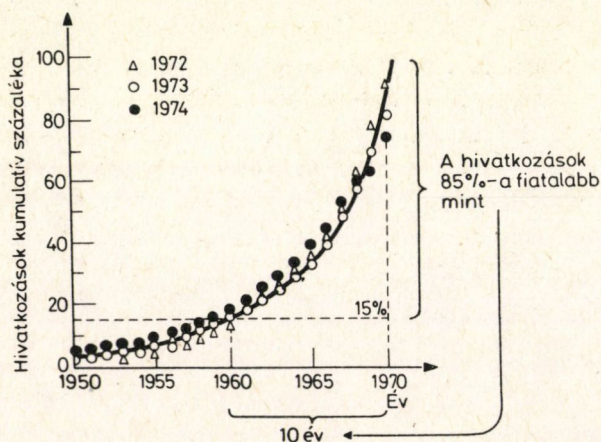
A 36. ábrán egy másik ábrázolásmódot is bemutatunk, amelyről közvetlenül százalékos adatok olvashatók le.



35. ábra.

Négy folyóirat 1972–1974. évfolyamaiban közölt cikkek folyóirat-hivatkozásainak elévülési görbéi.⁸ A *Radiochem. Radioanal. Letters* folyóiratnál a pontok egy elhajló görbén fekszenek, amely grafikus lebontásával az elavulás egy gyors ($T_{1/2} = 2,2$ év) és egy lassú ($T_{1/2} = 5,6$ év) komponensre bontható.

Ebből az is megállapítható, hogy a „*Letters*” valóban közöl olyan cikkeket, amelyek 30%-os részarányban a tudomány gyorsan elévülő, azaz rohamosan fejlődő gócaihoz tartoznak. A szerzők valószínűleg ezért is választották cikkeiknek a „*Lettersben*” való közlését, mert átfutási ideje igen rövid (5 hét)



36. ábra.

A *J. Radioanal. Chem.* folyóirat 1972–1974. évfolyamaiban közölt cikkek hivatkozásainak elévülési görbéje?

Előfordulhat, hogy a „mérési” pontjaink a $[\log R(t), t]$ ábrázolásmódban nem egyenesen, hanem görbén fekszenek. Ilyen esetben alapos gyanúnk lehet arra, hogy görbénk több komponensre takar, azaz a terület cikkei nem egy, hanem két, esetleg több felezési idővel jellemezhető folyamatban évülnek el.

Két komponens esetén a (38) egyenlet az alábbi lesz

$$R(t) = R_1(t) + R_2(t) = N_1 e^{-\lambda_1 t} + N_2 e^{-\lambda_2 t} \quad (42)$$

ahol

$$\lambda_1 = \frac{0,693}{T_{1/2}^{(1)}}$$

és

$$\lambda_2 = \frac{0,693}{T_{1/2}^{(2)}},$$

λ_1 és λ_2 az elévülés két különböző sebességére jellemző állandók, N_1 és N_2 a gyorsan illetve a lassabban évülő komponensben levő cikkek száma.

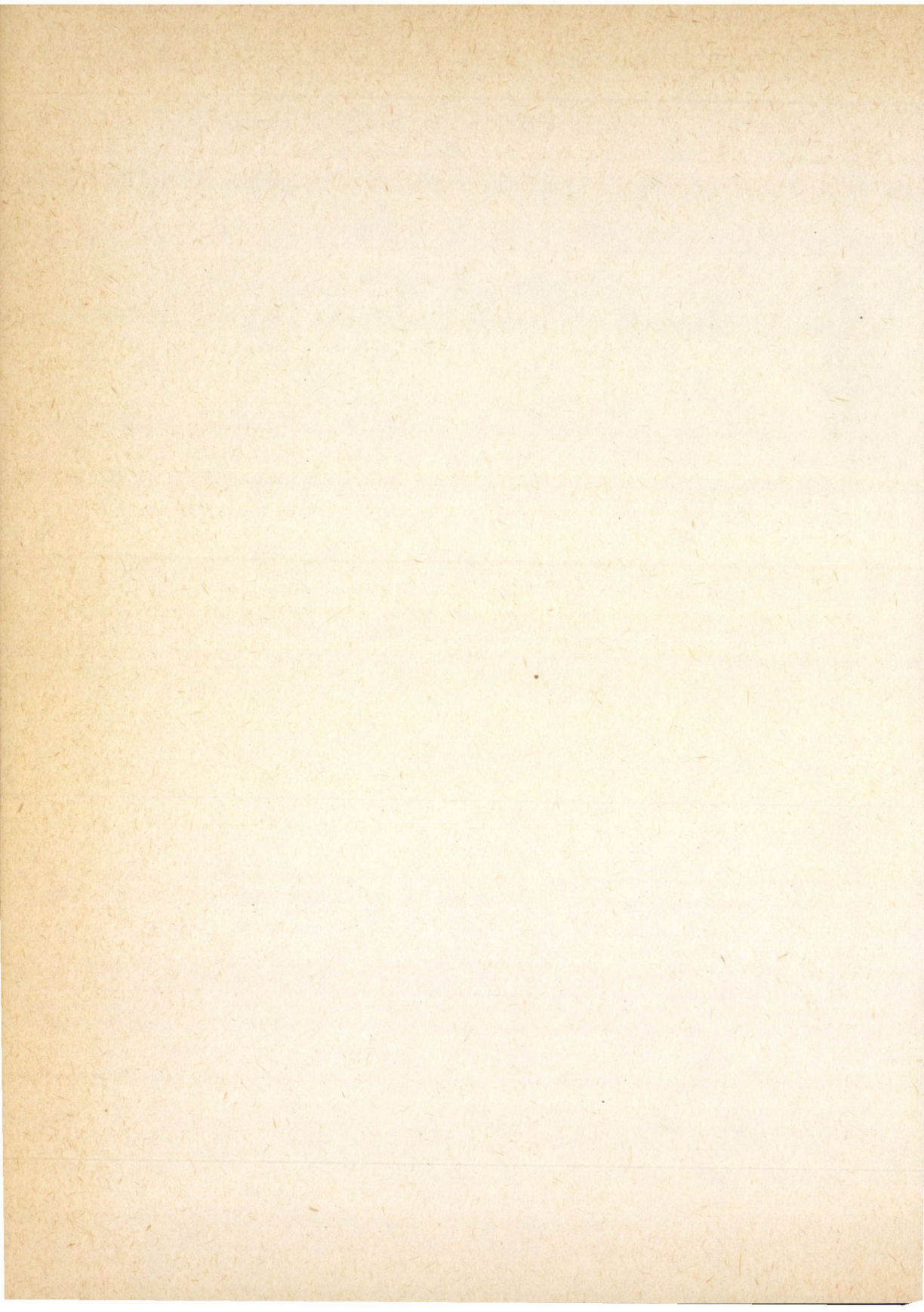
A kísérleti görbe lebontását a következőképpen végezzük. A görbének a t-tengelyhez símuló második szakaszához egyenest húzunk (vagy számítással közelítünk). Ennek metszete az $R(t)$ tengellyel a $t=0$ pontban megadja az N_2 értékét. Kiszámítjuk a $T_{1/2}^{(2)}$ vagy a λ_2 értékét. Ezen adatokkal különböző t értékeknél kiszámítjuk az $R_2(t) = N_2 e^{-\lambda_2 t}$ értékeit, amelyeket levonva a megfelelő $R(t)$ adatokból nyerjük az $R_1(t)$ pontjait. Logaritmikus ábrázolásukkal az első, azaz a gyorsan évülő komponens pontjaihoz jutunk. Amennyiben ez egyenes, az eljárást befejezettnek tekintjük, ha továbbra is görbül, akkor további komponenseket kell keresnünk. Tapasztalatok szerint a két felezési idő nagyságrendi eltérése esetén is csak akkor kapunk értékelhető eredményeket, ha a kérdéses komponens részaránya az összesnek legalább a 10%-a.

A *Radiochemical and Radioanalytical Letters* folyóiratban közölt cikkek irodalmi hivatkozásai alapján nyert $R(t)$ görbének két komponensre történő felbontásával például egy 5,6 éves és egy 2,2 éves felezési idővel jellemezhető elévülést deríthetünk fel (lásd a 35. ábrát).

Irodalomjegyzék az 5. fejezethez

1. P. F. Cole, Journal usage versus age of journal. J. Docum., 19 (1963) 1.
2. A. J. Meadows, Communication in Science. Butterworth, London, 1974. 128 p.
3. B. C. Griffith, P. N. Servi, A. L. Anker, M. C. Drott, The aging of scientific literature: A citation analysis. J. Docum., 35 (1979) 179.
4. R. E. Burton, R. W. Kebler, The half-life of some scientific and technical literature. Amer. Docum., 11 (1960) 18.
5. M. B. Line, The half-life of periodical literature: Apparent and real obsolescence. J. Docum., 26 (1970) 46.
6. M. J. Mulkay, Sociology of the scientific research community in I. Spiegel-Rosing, D. de Solla Price (Szerk.): Science, Technology and Society. SAGE Publ., London, Beverly Hills, p. 114.
7. E. Garfield, Journal Citation Reports. A Bibliometric Analysis of Science Journals in the ISI Data Base. ISI Press, Philadelphia, 1983.
8. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., A tudomány mint a mérés tárgya. Tudománymetria kutatás Magyarországon. MTA Könyvtára, Budapest, 1981. p. 71.

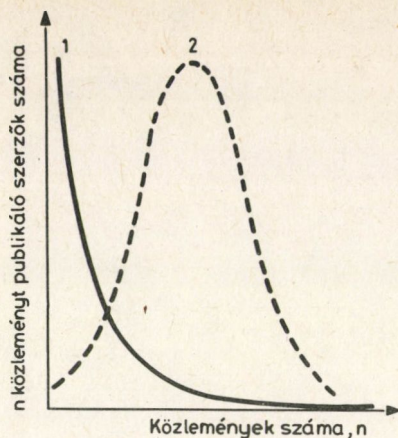
6. A szerzők produktivitása



A tudományterületek egyre halmozódó szakirodalmában a szerzők központi szerepe elvitathatatlan. Függetlenül attól, hogy a szerkesztők ill. a kiadók a kéziratához mit tesznek hozzá, vagy mit hagynak el belőle, a publikált eredmény egyértelműen a szerző személyéhez fűződő, a tudományt gazdagító adalék. Az egyes témakörök szakirodalmának sajátosságait elemző tanulmányok figyelme fokozatosan arra irányul, hogy a szerzők szakterületükön mennyit s milyen gyakorisággal publikálnak.

Ez a mérőszám messze nem tökéletes. Egy cikk lehet egy korszakalkotó felfedezésről szóló híradás, de lehet, hogy csupán egyetlen vizsgálat körülményeiben eszközölt kisebb módosításról, vagy bizonyos kísérleti értékek viszonylag triviális újraméréséről szól, vagy éppenséggel helytelen eredményt közöl. A cikkek terjedelme is nagyon különböző lehet. Mivel a cikkek száma a kinevezések és előléptetések mérlegelésének alapjául is szolgál, tapasztalható olyan törekvés, hogy egy adott mennyiségű munkáról a valóban szükségesnél nagyobb számú cikkben számoljanak be. További nehézség forrása még a többszörös szerzőség, amely az egész tudományos tevékenységen belül fokozatosan nő. Mérjenek bármit ezek a cikkszámítások, jobb, ha ezt az adatot termelékenységi, s nem pedig minőségi mutatónak fogjuk fel. A fontos az, hogy e mérhető valami alapján a szerzők teljesítményét összehasonlíthatjuk.

A cikkszámítások alapján tanulmányozhatjuk a tudományos termelékenység gyakoriság szerinti eloszlását. Milyen természetű eloszlásra számíthatunk? Olyanra talán, amelyben a szerzők túlnyomó részének teljesítménye egy átlagérték körül torlódik, s csupán a legkiválóbbak, illetve a kivételesen rosszak produkálnak ennél lényegesen többet, vagy kevesebbet? Valójában egy egészen sajátos eloszlás adódik (37. ábra 1. görbe), mely teljesen eltér a véletlen eseményeknél szokásos normális eloszlástól (37. ábra 2. görbe). A szerzők többsége néhány cikknél többet nem ír. Legtöbbjük a még hallgató korukban publikált egy-két cikkel befejezi. Csak egy szűkkörű kisebbség termel ennél lényegesen többet.



37. ábra.

A tudományos közleményeket publikáló szerzők termelékenységének eloszlása:
1 – a tényleges eloszlást mutató görbe, 2 – a normális eloszlás haranggörbéje

A különbségek a tudományos produktivásban jóval nagyobbak mint az élet egyéb területein. Gondoljunk a kiemelkedő sportteljesítményekre, úszásra, futásra vagy például a súlyemelésre. Szinte elképzelhetetlen, hogy egyes versenyzők a többiek sportteljesítményét sokszorosan felülmúlják, amint az a tudományos életben történik.

6.1 Lotka törvénye

Lotkát, a híres statisztikust az érdekelte, hogyan állapítható meg „ha egyáltalán lehetséges, a különböző kaliberű kutatók hozzájárulásának mértéke a tudomány fejlődéséhez”. E célból a *Chemical Abstracts*-nak az 1907. és 1916. közötti évekre vonatkozó indexében összeszámolta a szerzőket és cikkeiknek a számát. Hasonló adatokat gyűjtött Auerbach: *Geschichtstafeln der Physik* (T. A. Barth, Leipzig, 1910) c. kiadványból. Lotka logaritmikus léptékben ábrázolta a szerzők számát az egyes szerzők szerinti cikkek számának függvényében és azt találta, hogy a pontok minden esetben egy közel 2-es meredekségű egyenes szűkebb környezetében feküdtek. Ezen adatok alapján Lotka a „cikktermelés” eloszlásának leírására az

$$m \cdot n^c = k \quad (43)$$

alakú egyenletet javasolta, ahol m a fejenként n cikkel rendelkező szerzők

száma, c és k pedig állandók. A $c = 2$ speciális esetben (a tudományos produktivitás reciprok-négyzetes függvénye esetén) k értéke 0,6079. Ez azt jelenti, hogy a mindössze egy cikket publikálók aránya 0,6079 körüli, azaz az összes szerzők számának 60%-ánál valamivel nagyobb. A fejenként egy cikket publikálók arányára talált érték a *Chemical Abstracts* esetében 57,9%, Auerbach adatainál pedig 59,2% volt. Eredményeit Lotka így summázta: „a vizsgált esetekben a két cikket közlők száma az egy cikket publikálók számának kb. egy negyede; a három cikket közlők az előbbi érték egy kilencede, stb.; az egy cikkes szerzők aránya kb. 60%-os.”¹

Lotka törvényét általános formában is felíthatjuk:

$$n_k = \frac{P_1}{k^{(1+\alpha)}}, \quad (44)$$

vagy

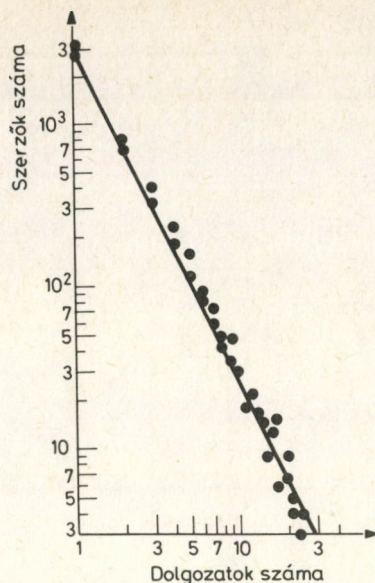
$$p_k = \frac{P_1}{k^{(1+\alpha)}} \quad (45)$$

ahol n_1 , ill. P_1 az egyetlen cikkel rendelkezők száma, ill. aránya, n_k , p_k a k cikket írt szerzők száma, ill. aránya. Az α értéke a szakterület, ill. az ott dolgozók együttműködésével, azaz a kutatók kölcsönös stimuláló hatásával kismértékben változik. Egy kutatói közösségben, pl. egy pezsgő légkörű kutatóintézetben többet produkálnak, azaz α értéke kisebb lesz, mint abban az esetben, ha a kutatók egyedül, egymástól elkülönülve végzik kutatási tevékenységüket. Az α értékének növekedésével ugyanis nő az alacsony produktivitású szerzők száma.

Legyen az egy cikket írt szerzők száma $n_1=100$ és $1+\alpha=2$. A (44) egyenletből kiszámíthatjuk, hogy erre az $n_1=100$ egy cikket ($k=1$) közlő szerzőre esik $n_2=25$ egyenként $k=2$ cikket publikáló szerző ($100/2^2$), $n_3=11$ egyenként $k=3$ cikket író szerző ($100/3^2$), $n_4=6,25$ egyenként $k=4$ cikkel rendelkező szerző ($100/4^2$) és így tovább. A 38. ábrán a fenti összefüggés szemléltetését láthatjuk egy szerzőcsoport vizsgálata kapcsán.²

Lotka $1/k^2$ alakú egyszerű törvénye a magas termelékenység tartományában módosításra szorul. A szerzők száma meredekebben esik, az $1/k^3$ értékei közelebb esnek a mért adatokhoz, hiszen egy termékeny életpálya alatt is csupán néhány száz publikáció írható.

Eltérést tapasztaltak Lotka törvényétől abban az esetben is, ha a többszerzős publikációt minden szerzőnek külön-külön a javára írták. Ezáltal ugyanis megnövekedett az egy-cikkes szerzők száma (n_1). Világos, hogy egy



38. ábra.

Lotka reciprok négyzetes törvénye az aktivációs analízis publikációk szerzőire
(1936–1970)²

szerzői kollektíva tagjának hozzájárulása a közös cikkekhez nem ugyanaz az erőfeszítést, mint amit egy önálló cikk megírása követel. Igen bonyolult dolog, ha nem egyenesen kilátástalan teljes biztonsággal megállapítani az egyes társszerzők hozzájárulásának mértékét.

Amennyiben a többszerzős közleményeket egyetlen szerző munkájának, mondjuk az első, vagy „senior” szerzőnek tulajdonítjuk – amint ezt Lotka is tette – visszakapjuk az $1/k^2$ összefüggést.³

A termelt új tudományos ismeretanyagot a szerző bizonyos értelemben saját tulajdonának tekinti. Nem véletlen tehát, hogy Lotka törvénye rendkívüli hasonlóságot mutat a személyi jövedelem eloszlására vonatkozó híres Pareto törvénnyel, ahol $\alpha=0,8$. A jövedelem és a cikkek számának eloszlása közötti egyetlen különbség, hogy egy életpálya során a megírható közlemények száma felülről korlátos. A vagyonnál, a cikkek számánál és még további társadalmi és természettudományos jelenségnél az erőfeszítés és az eredmény nem lineáris kapcsolatban van egymással. Nagyobb erőfeszítést kell végeznie annak, aki pl. kis vagyonszáját meg akarja növelni egy adott összeggel, vagy cikkeinek számát, mondjuk 2-ről 4-re, mint annak, aki nagy vagyonnal rendelkezik, vagy aki már 30 cikket közölt, és még további kettőt szeretne írni. A hatás mértékét tehát nem az inger nagyságával, hanem annak

logaritmusával tekinthetjük arányosnak, hasonlóan számos fiziológiai jelenséghez, amint azt a Weber-Fechner törvény leírja. Az út itt is a „siker sikert szül” elvhez vezet, amellyel korábban már a Bradford és Zipf eloszlásoknál is találkoztunk. A Lotka eloszlás is az eloszlások ezen családjába tartozik, modellezésére szintén alkalmas az urna modell.⁵

A tudományometriai eloszlásokról jó összefoglalást találunk az irodalomban.^{6,7} A tudományos produktivitást, valamint Lotka törvényének érvényességét számos tudományágban és szakterületen vizsgálták. Ezzel kapcsolatos bibliográfiát a *Scientometrics* folyóirat 1978. szeptemberi számában találunk.⁸

Ismételten szeretnénk emlékeztetni arra, hogy a korábbi eloszlásokhoz hasonlóan a Lotka eloszlás is objektív törvényszerűség. Ha valamely intézmény – tegyük fel, olyan módon kívánná növelni az egy főre eső produktivitását, hogy elbocsátaná az alacsony produktivitású munkatársait, azt tapasztalná, hogy bizonyos idő múlva, alacsonyabb szinten újra létrejönne a munkatársak produktivitásának Lotka eloszlása, pl. azáltal, hogy a nagyobb produktivitású szerzők foglalnák el az alacsonyak helyét, ugyanis most már nem áll rendelkezésükre a „bedolgozók” népes tábora.

A Lotka eloszlás hiányosságának sokan felróják, hogy nem határozható meg belőle a nulla-cikkes szerzők, azaz a nem publikálók hányada. Erre különböző feltevések alapján voltak próbálkozások,⁹ amelyek közül kiemeljük az USA tagállamainak¹⁰ és más országok¹¹ kutató létszámára vonatkozó becsléseket.

6.2 A produktivitás mérésének gyakorlati kivitelezése

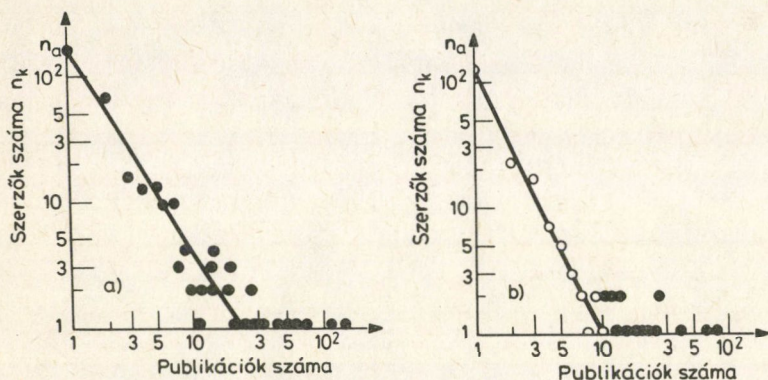
Valamely tudományterületen vagy szakterületen dolgozók produktivitásának mérésére a szerzők publikációs listáit, bibliográfiákat, az illető terület referáló folyóiratainak szerző-indexét vehetjük kiindulási alapul. Háromféle módszert követhetünk: 1. A társszerzőket teljes jogú szerzőknek tekintjük, mindegyikhez egy teljes cikket rendelünk (egyszerű szerzőség); 2. a társszerzőket úgy tekintjük, hogy egyenlő, a szerzőszám arányában részesülnek a cikkből (frakcionális szerzőség), s végül 3. csupán a közlemények első szerzőit vesszük tekintetbe.

Az 1. esetben a feltüntetett cikkek számának összege lényegesen több lesz mint valójában az összes cikkek száma, emellett megnő az alacsony produktivitású szerzők száma.

A frakcionális szerzőség (2. eset) ábrázolása esetén kifejezettebben fog jelentkezni az eltérés a Lotka eloszlástól a nagyobb produktivitás felé (39.

ábra).¹⁵ Ez a jelenség annak tulajdonítható, hogy az „elit” tagjai egyre kevesebbet közöltek egyetlen szerzőként, hanem társszerzőkkel, akiknek viszont a frakcionálisan vett össz-szerzősége általában alacsony (diplomamunkások, doktori ösztöndíjasok, fiatal kutatók stb.). Ezáltal a társszerzők nélkül publikálók száma viszonylag megszorodik.¹²

A 3. esetben tekintettel arra, hogy nincs egységes megállapodás abban, hogy ki kerül az első szerző helyére,¹³ szisztematikus hibákat követhetünk el. Lotka idejében¹ a többszerzős művek jóval kevesebb számban fordultak elő, másrészt ő ezeknél csupán a „senior” szerzőket vette figyelembe.



39. ábra.

A magyar koordinációs kémiai publikációk szerzőinek termelékenység-eloszlása:

(a) egyszerű szerzősége, (b) frakcionális szerzősége számolva.

A legtermékenyebb szerzők pontjait a (b) ábrán a tele körök jelzik

Miután eldöntöttük, hogy a fentiek közül melyik változatot használjuk, megszámláljuk az illető anyagban azon szerzők számát (n_k), akik $k=1, 2, 3$ stb. publikációval szerepelnek. A szerzők számát az egyetlen művet írt szerzők (n_1) százalékában (p_n) is kifejezhetjük. Lotka törvényét logaritmizálva egy egyenes egyenletét kapjuk:

$$\log n_k = -(1 + \alpha) \log k + \log n_1, \quad (46)$$

vagy a szerzők részarányára:

$$\log p_n = -(1 + \alpha) \log k + \log p_1. \quad (47)$$

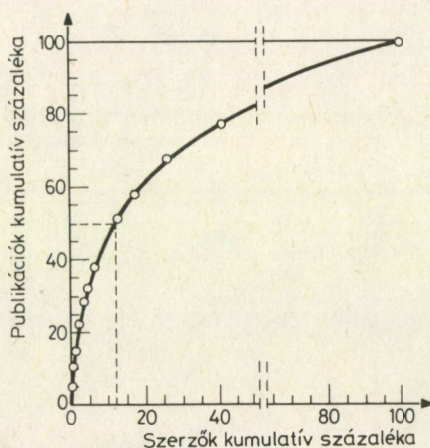
Adatainkat logaritmikus tengelyekkel ábrázolva az alacsony produktivitású szerzők tartományában egyenest kapunk. Pontjaink általában a nagy

produktivitású szerzők tartományában az egyenestől egyre inkább lehajlanak. Ezenkívül lesznek extrém nagy produktivitású pontjaink is, amelyeket figyelmen kívül hagyhatunk. Pontjaink illeszkedő egyenesét regressziószámítással is nyerhetjük. Iránytangenséből

$$m = \frac{\log n_1 - \log n_2}{\log k} = 1 + \alpha, \quad (48)$$

az α értéke kiszámítható. Vlachy¹⁴ azt találta, hogy ha a frakcionális szerzőséget tekintjük, $\alpha \approx 0$ egy laboratórium dolgozói, $\alpha \approx 0,5$ egy ország tudományos kutatói produktivitásának eloszlás-függvényében.

Itt is, akárcsak a Bradford-eloszlásnál (4.2 fejezet) közvetlenül százalékban leolvasható értékeket kapunk, ha a szerzők és publikációik számát egyaránt százalékokra számoljuk át és az összetartozó pontokat lineáris tengelyekkel ábrázoljuk (40. ábra). Erről közvetlenül leolvashatjuk, hogy pl. a szerzők 12%-a írja a publikációk 50%-át, és a publikációk 82%-ának szerzői a vizsgált szerzők 50%-ából kerül ki.



40. ábra.

Az aktivációs analízis irodalma (1936–1970) szerzőinek kumulatív termelékenységi eloszlása

Irodalomjegyzék a 6. fejezethez

1. A J. Lotka, The frequency distribution of scientific productivity. J. Washington Acad. Sci., 16 (1926) 317.
2. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., A tudomány mint a mérés tárgya. Tudományometriai kutatás Magyarországon. MTA Könyvtára, Budapest, 1981. p. 76.
3. K. Subramanyam, Lotka's law and the literature of computer science. IEEE Trans. Profess. Commun., PC-22 (1979) 187.
4. D. de Solla Price, Kis tudomány – nagy tudomány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979. p. 69.
5. D. de Solla Price, A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. J. Am. Soc. Inform. Sci., 27 (1976) 292.
6. S. D. Haitun, Stationary scientometric distributions. Scientometrics, 4 (1982) 5.
7. L. Ikpaahindi, An overview of bibliometrics: Its measurements, laws and their applications. Libri, 35 (1985) 163.
8. J. Vlachy, Frequency distributions of scientific performance. A bibliography of Lotka's law and related phenomena. Scientometrics, 1 (1978) 109.
9. A. J. Meadows, Communication in Science. Butterworth, London, 1974. p. 193.
10. A. Schubert, A. Telcs, Estimation of publication potential in 51 US states based on the frequency distribution of scientific productivity. J. Am. Soc. Inform. Sci., megjelenés alatt.
11. A. Schubert, A. Telcs, Publication potential. An indicators of scientific strength for cross-national comparisons. Scientometrics, 9 (1986) 231.
12. A 2. irodalom p. 61.
13. E. Rudd, The effect of alphabetical order of author listing on the careers of scientists. Soc. Stud. Sci., 7 (1977) 268.
14. J. Vlachy, Variable factors in scientific communities. Theorie a Metoda, 6 (1972) No. 1, 91.
15. A 2. irodalom p. 64.

7. Kis tudomány — nagy tudomány

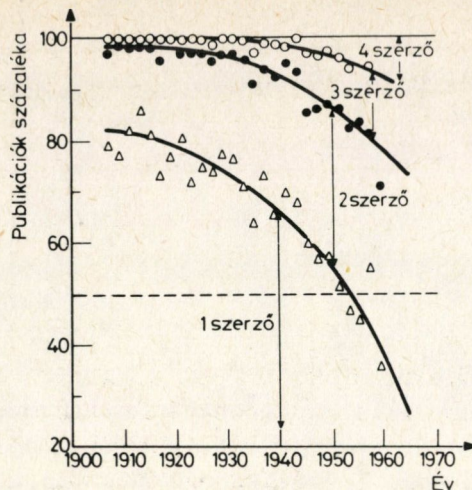
A kutatók produktivitása több tényező függvénye. Függ a területen eltöltött időtől, a tudományos és technikai együttműködők számától, a kutató kvalitásától, a kutatási terület sajátosságaitól stb. Ezek közül legszembetűnőbb a társszerzők hatása az egyén produktivitására. Például a National Institute of Health (USA) publikációs tevékenységének vizsgálata során öt év időtartam alatt egyedül, vagy akár egyetlen társszerzővel nem találtak olyan szerzőket, akik a frakcionális szerzőséget tekintve 4 publikációnál többet írtak volna, míg egyes szerzők – 12 társszerzővel – képesek voltak 14 cikk publikálására is. A kutatók produktivitására tehát döntő hatással van a kutatócsoport, illetve az együttműködés.

A csoport tagjai a közöttük létrejött szoros együttműködés és információcsere révén olyan teljesítményre képesek, amelyet egyedül nem érhetnének el.^{1,2}

Egyes kutatási területeken, ahol főként nagy és igényes berendezésekkel dolgoznak, a kutatás el sem képzelhető munkacsoportok nélkül. Ezek általában néhány neves vezető tudósból és nagyszámú fiatal kutatóból állanak. Az együttműködés egyre gyakoribb lesz napjainkban, aminek következtében a társszerzők relatív aránya egyre nő (41. ábra).

Price³ ezt a folyamatot tekinti a „kis tudományból” a „nagy tudományba” való átmenet legjellemzőbb tulajdonságának. A tömeges együttműködés irányába történő mozgás oka a tudományos termelékenység eloszlásában tapasztalható eltolódás: a legtermékenyebb szerzők előbb-utóbb kutatócsoportok vezetőivé válnak és ezáltal produktivitásuk tovább növekszik. A frakcionális szerzőséget tekintve az alacsony termelékenységű szerzőkből pedig egyre több kerül az eloszlás alsó részére.

Az átmenetnek azonban egyéb jelei is vannak. A kis tudományban a nagy tudású és tekintélyű professzort a tanítványok serege vette körül. A kutatók munkájukat sokszor nehéz körülmények között, mellőzve végezték. A „nagy tudományban” ezzel szemben a kutatás óriási összegek árán fenntartott intézményekben folyik. A tudományos hierarchia csúcsán már



41. ábra.

A *Chemical Abstracts* referáló folyóirat évfolyamai alapján az 1–4 szerzős közlemények százalékos arányának változása 1910–1960 között³

nem egy tisztelt személyiség, hanem egy „láthatatlan kollégium” (invisible college) helyezkedik el (lásd az 1.6 fejezetet). A kis tudományban a tudósok magányos farkasok voltak, függetlenségüket minden egyénnél többre tartották, csupán a „dolgaik” érdekelték őket. Ma már a kutatók társadalmi ranggal rendelkeznek. A kutatót a társadalom befogadta, mert felismerte, hogy munkájából hasznot húz. Közülük jónéhányan fontos funkciókat töltenek be a társadalmi és politikai életben egyaránt. Tevékenységükről egyre többet tudnak az „utca emberei” is.

A láthatatlan kollégium tagjai külön kommunikációs hálózatot alakítanak ki. Az eredmények – publikálásukat megelőzve – kéziratok, vagy preprintek formájában eljutnak a közösség tagjaihoz. A kollektíva befolyásos tagjai lehetőséget teremtenek arra, hogy időről-időre kongresszusok, konferenciák, szimpóziumok, téli-, nyári-, őszi-iskolák stb. alkalmával összejöhessenek. Egymás számára meghívásokat (visiting professor), ösztöndíjakat stb. eszközölnek ki. A láthatatlan intézmény tagjai egymással lassan személyes, majd munkakapcsolatba kerülnek (lásd 7.3 fejezetet), az egyenrangúak véleménye alapján (peer review) rangot nyernek. A csoporthoz való tartozás presztízt is kölcsönöz, és erősebb lesz, mint a saját munkahelyükhöz való kapcsolat. A csoport tagjai hatékonyan hidalják át a kommunikációs nehézségeket is. Nalimov⁴ megfogalmazása szerint „a láthatatlan kollektíva egy állandóan ülésező nemzetközi levelező kongresszus, amely a posta közreműködésével végzi munkáját”.

A láthatatlan kollégiumokat egyes szerzők többféleképpen értelmezik, attól függően, hogy milyen a tudományterület szervezete, integrációja és kommunikációs rendszere.³ Valójában a láthatatlan kollégiumok az „elit”-ből állanak és létszámuk nem nagy.

Az elit és a tudós „tömegek” mennyiségi viszonyát írja le lényegében a Lotka törvénye (lásd a 6. fejezetet). Price³ egy adott cikk- vagy szerzőhalmozatra vonatkozóan becslést végzett, hogy ezek hányad része az említésre érdemes tudományos eredményt tartalmazó cikk, illetve az azt elért szerző. E meglehetősen durva becslés arra vezetett, hogy értékmérőként tekinthetjük az összes cikk vagy szerző számának négyzetgyökét, a valamilyen jósági tényező szerint rangsorba állított egyedek élenjáró csoportjából. Ebből az következik, ha a kiváló tudósok számát lineárisan akarjuk növelni az időben, akkor összlétszámukat négyzetes arányban kell fejleszteni. Egyesek szerint a helyzet ennél jobb, az összefüggés nem négyzetes, hanem lineáris.⁵

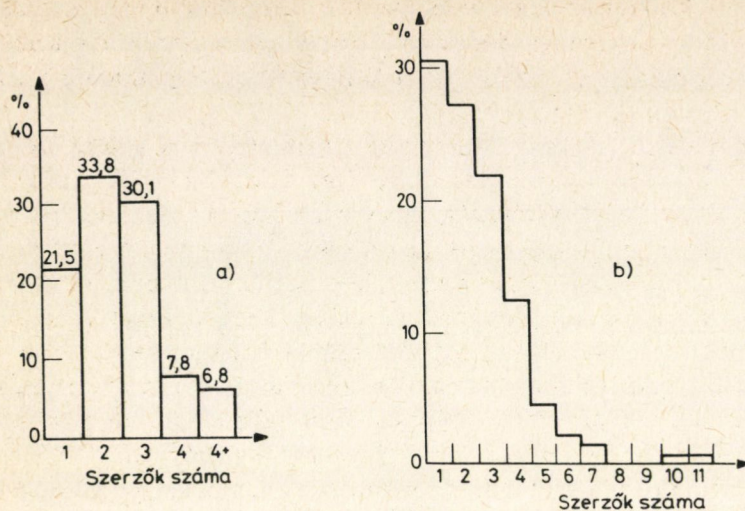
A minőségi viszonyra a tudomány történetének tanulmányozása adja meg a feleletet: a nagy jelentőségű felfedezések csupán egy pár, az elithez tartozó tudós nevéhez fűződnek. Mi tehát a szerepe a „tömegnek” és a kevésbé jelentékeny eredményeiknek a tudomány fejlődésében? Jose Ortega y Gasset azt állítja, hogy a kísérleti tudományok haladása nagyrészt a meghökkentően közepszerű, vagy még az ennél is alacsonyabb képességű emberek munkájának eredménye. A modern tudományban, amely korunk civilizációjának gyökere és szimbóluma, megtalálták tehát helyüket és sikerrel működhetnek a közepes tehetségek is.⁵

A „nagy” tudósok munkái tehát az „átlag” tudósok kis felfedezéseinek piramisára épülnek. A szociológusok vitatják ezt az állítást, többségük szerint az óriások inkább a többi óriás vállán állnak mint a törpékén, amint azt maga Newton is vallotta: „ha valamivel is messzebbre láttam másoknál, ez csak azért volt, mert óriások vállain álltam”.

7.1 Társszerzőség és együttműködés

A társszerzők számának eloszlását valamely szakterület bibliográfiája vagy folyóiratai alapján határozhatjuk meg (42. ábra). A több szerzős cikkek előfordulását az együttműködés egyfajta mérőszámának is tekinthetjük, amely tudományterületről tudományterületre változik (14. táblázat).

A kutatók közötti együttműködést mérhetjük az együttműködési tényezővel (f). A tényezőben súly-faktorként a szerző erőfeszítése tükröződik az



42. ábra.

A társszerzők számának változása: a – a nukleáris analitikában
a *J. Radioanal. Chem.* c. folyóirat alapján és b – a sugárvédelemben
a *Health Physics* c. folyóirat alapján⁶

14. táblázat

Az egyszermű cikkek százaléka az egyes tudományterületeken
az idő függvényében⁷

| Terület | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| Fizika | 75 | 56 | 50 | 39 | |
| Pszichológia | 84 | | | 55 | |
| Szociológia | 98 | 92 | 89 | 72 | |
| Történelemtudomány | | | | 95 | |
| Geológia | | | 88 | | 78 |
| Orvosbiológia | | | 30 | | 20 |
| Kémia | | | | | 30 |
| Csillagászat | | | 86 | 70 | 50 |
| Biológia | 90 | | | 73 | |
| Matematika | 95 | | 94 | | 80 |

egy szerzős, két szerzős és több szerzős publikáció létrehozásakor. Az együttműködési tényező

$$f = 3 r_1 + 2 r_2 + r_{\geq 3} \quad (49)$$

ahol r_1 az egy szerzős, r_2 a két szerzős és r_3 a három, ill. az annál több szerzős cikkek részaránya a vizsgált halmazban.⁸

A példaként bemutatott 42. ábra a) eloszlására ez a tényező $f_a=3,6$; a b) eloszlására $f_b=2,7$; amely tükrözi az a) eset nagyobb kooperációs szintjét.

A kooperációt nemcsak az egyének, hanem intézményeik, országaik együttműködéseként is értelmezhetjük. A „kooperativitás” mutatójaként választhatjuk a publikációknak a más kutatóhelyekről (országokból) származó társszerzőkre eső részét osztva a kutatóhely (ország) saját részével. Ez a mutató 0 és 1 között változik, növekvő értéke egyben növekvő kooperativitást mutat.⁹

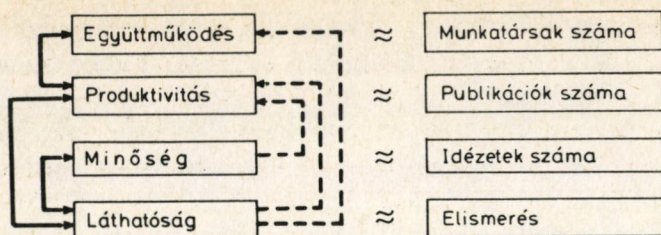
7.2 Együttműködés, produktivitás, minőség, láthatóság

Az előző fejezetben bemutattuk az együttműködés és a produktivitás közötti kapcsolatot. Számosan vizsgálták az összefüggéseket a „nagy tudományban” kialakult fogalmak, az együttműködés, a produktivitás, a minőség és a láthatóság között. Az esettanulmányokból általános trendekre igyekeztek következtetni. Az egyedi eseteket azonban számos tényező, elsősorban a tudományterület specifikumai befolyásolhatják. Az összefüggések minden bizonnyal jóval bonyolultabbak, amint azt a következőkben leegyszerűsítve ismertetjük.²

A „láthatóság” tükrözi, hogy a tudományos társadalom tagjai („peer”-jei) mennyire ismerik és értékelik az illető kutató munkáját. A láthatóság szoros összefüggésben van a *produktivitással*, azaz a publikációk számával. A nagy produktivitás azonban egyedül még nem hozza meg a várt láthatóságot. Egy újabb tényezőt, a publikációk *minőségét* kell bevezetnünk. Mérése sokkal nehezebb, mint a produktivitásé. Úgy tűnik, hogy statisztikusan arányosságot tételezhetünk fel a minőség és a publikációkra kapott idézetek száma között. Az idézet a más munkájának valamiféle elismerését jelenti, amelynek „rangja” széles határok között mozoghat, a „futottak még”-től egészen addig, hogy valaki elismerje mások nagy jelentőségű eredményeinek, gondolatainak, adatainak stb. szerepét a saját, újabb nagy jelentőségű eredményeinek keletkezésében. A láthatóság kialakításában általában nagyobb szerepe van a minőségnek, mint a mennyiségnek.

Az *együttműködés* eredménye a nagyobb produktivitás. A nagyobb produktivitás azonban általában magasabb minőséggel is jár. Az a szerző ugyanis, aki nem részesül munkája elismerésében, kedvét veszti, míg az elismerés a sikeres szerzőt egyre növekvő erő kifejtésre ösztönzi. Így tehát az együttműködés nemcsak a produktivitást, hanem a munka minőségét is növeli, amivel együtt nő a kutatók láthatósága is.¹⁰

Az elmondottakat leegyszerűsítve a 43. ábra mutatja.



43. ábra.

Az együttműködés, produktivitás, minőség és láthatóság, illetve az ezekkel kapcsolatos mérhető mennyiségek összefüggése

7.3 Társszerzői multigráfok

Az információáramlás irányait és mennyiségét, a láthatatlan kollégium kialakulását, mindezek időbeli változását szemléltetik az ún. társszerzői multigráfok.

Az információcsere legmagasabb fokát az egyes kutatók közötti társszerzőség jelenti. A közösen írt publikáció a szerzők közvetlen kapcsolatát és az információ teljes cseréjét tételezi fel. A társszerzőség tehát *dokumentált informális kommunikáció*. Ezt a kapcsolatot gráfként is ábrázolhatjuk.

A gráf egy olyan alakzat, amely pontokból és bizonyos pontpárokat összekötő vonaldarabokból áll. A pontok esetünkben a cikkek szerzőit, az azokat összekötő élek a társszerzői kapcsolatot jelentik. Joggal feltételezhetjük, hogy amennyiben ez a kapcsolat, azaz az informális kommunikáció a szerzők között egyszer már létrejött, akkor az a továbbiakban is fennmarad. A gráf lehet élnélküli (nem teljes) vagy teljes. Teljes gráfnak nevezzük azokat az alakzatokat amelyeknek a pontjain és élein keresztül (akár indirekt úton is) minden egyes ponthoz eljuthatunk. Az ilyen teljes kommunikációs részgráfok halmaza, például egy területen publikáló szerzők és kapcsolataik egy nem teljes kommunikációs multigráfot alkotnak. A konszenzus és a tudományterület paradigmái ebben a kommunikációs multigráfban alakulnak ki.¹¹ Ezek kialakulására és fejlődésére döntő jelentőségű a rendszer **rendezetlensége**, a kommunikáció szabad áramlásának lehetősége. Ennek mérése céljából vonjunk párhuzamot a multigráf szerkezete és a klasszikus-termodinamika entrópiája (S) között. Az entrópia egy rendszer rendezetlenségét jelenti. A termodinamika II. főtétele kimondja, hogy minden spontán változás a rendszerben az entópia növekedésével jár, azaz a rendszer a rendezettebből a rendezetlenebb felé halad. Mivel egy rendezetlenebb

rendszer tehát sokkal valószínűbb mint egy kevésbé rendezetlen, az entrópiát a rendszer állapot valószínűségeként is kezelhetjük.

A klasszikus statisztikus termodinamikában a rendszer entrópiáját (S) a Boltzmann egyenlet adja meg

$$S = k \ln W \quad (50)$$

ahol k a Boltzmann állandó, W a rendszer állapot valószínűsége, ln az e-alapú (természetes) logaritmus.

Egy kommunikációs rendszer entrópiája, információtartalma (I) az analógia alapján

$$I = k \ln P \quad (51)$$

ahol $k = 1/\ln 2$ amennyiben az információt bitekben mérjük, P a rendszer állapot valószínűsége.

Brillouin kimutatta, hogy egy N jelből álló üzenet esetén, ha a jelek között s különböző van, a rendszer statisztikai rendezetlensége, azaz a jelkészletből összeállítható összes üzenet száma

$$P = \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_i! \dots n_s!} \quad (52)$$

ahol n_i az i-edik féle jel száma az üzenetben.

Egy társszerzői multigráf statisztikus rendezetlensége tehát

$$I = k \ln \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_i! \dots n_s!} \quad (53)$$

ahol N a multigráfban levő összes (társ)szerző száma, n_i az i-edik típusú részgráfban levő szerzők száma, s a részgráfok száma.¹²

Egy gráf statisztikus rendezetlenségét viszonyíthatjuk az abszolút rendezetlenséghez, amely akkor áll elő, ha az (53) egyenletben a nevező 1-gyel egyenlő. Ekkor

$$I_{\max} = k \ln N! \quad (54)$$

azaz a relatív statisztikus rendezetlenség:

$$I_{\text{rel}} = \frac{I}{I_{\max}} = \frac{1}{\ln N!} \cdot \ln \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_i! \dots n_s!} \quad (55)$$

I_{rel} értéke 0 és 1 között mozog, a teljes, illetve a csupán pontokból (élek nélkül) álló gráfoknak megfelelően. Mennél kisebb tehát I_{rel} értéke, azaz a relatív statisztikus rendezetlensége, annál kedvezőbb a gráf az informális kommunikációs kapcsolatok szempontjából.

Az elmondottakat világítsuk meg egy példával. Alkossa a kommunikációs multigráfunkat összesen 4 cikk, amelyből az elsőt és a másodikat egy-egy szerző írta a harmadikat hárman, a negyediket pedig öten írták. Az előbbieket alapján tehát $N=10$, $s=4$.

Az n_i értékek rendre: $n_1 = 1$, $n_2 = 1$, $n_3 = 3$, $n_4 = 5$.

A gráf relatív statisztikus rendezetlensége tehát

$$I_{rel} = \frac{1}{\ln 10!} \cdot \ln \frac{10!}{(1!)^2 3! 5!} = 0,564.$$

Lépjen be a gráfba egy újabb közlemény, amelyet az előző első és második szerző közösen publikált. Ilyen módon $N=10$ $s=3$, $n_1=2$, $n_2=3$, $n_3=5$.

A relatív statisztikus rendezetlenség:

$$I_{rel} = \frac{1}{\ln 10!} \ln \frac{10!}{2! 3! 5!} = 0,518$$

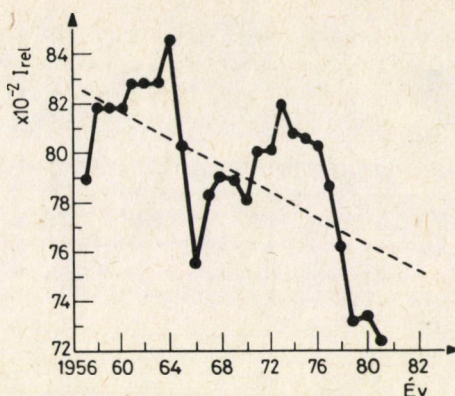
Látjuk tehát, hogy esetünkben két egy szerzős algráf összekapcsolódása egy két szerzős algráffá a relatív rendezetlenséget 0,05 értékkel csökkentette.

Amennyiben rendelkezésünkre áll egy szakterület teljes bibliográfiája, hozzáláthatunk a társszerzői multigráf megszerkesztéséhez. A munka meglehetősen fáradságos, ezért célszerű hozzá számítógépet igénybe venni. Ha a gráfokból idősorokat készítünk, akkor megfigyelhetjük a vizsgált tudományterületen az informális kommunikáció változását. A terület fejlődésével egyre több szerző kapcsolódik be a kutatásba, így az N értéke (általában) exponenciálisan nő. A társszerző nélküliek és a kisméretű részgráfok növelik a rendszer statisztikai rendezetlenségét, míg az egyesülések csökkenteni igyekeznek azt. Kérdés, hogy e két hatás eredőjeként melyik irányba mozog a rendszer.

A részgráfok középpontjában a „legkommunikatív” szerzők foglalnak helyet. Hozzájuk fut be a legtöbb információ. Ők azok, akik egyben a „legproduktívabb” szerzők közé is tartóznak, s nagy valószínűséggel a

„legidézettebb” szerzők csoportját is ők alkotják. A társszerzői multigráf egyben a „láthatatlan kollégiumot”, illetve annak fejlődését is bemutatja.

A 44. ábrán példaképpen bemutatjuk egy szakterületen, az oszcillációs kémiai reakciók területén a társszerzői multigráfok fejlődését.



45. ábra.

Az oszcillációs kémiai reakciók információáramlása relatív statisztikai rendezetlenségének változása az idő függvényében

Az a–c ábrákon láthatjuk, hogy egyes részgráfok növekszenek, majd összekapcsolódnak, mások megmerevednek és elszigeteltek maradnak. Az áttekinthetőség kedvéért az ábrák nem tüntetik fel az önálló szerzőket és a négy szerzőnél kisebb részgráfokat. A terület rendkívül gyors fejlődése ellenére ($T_d=3,0$ év) a relatív statisztikai rendezetlenség átlagosan évi 0,26%-kal csökken, ami a kommunikáció mértékének állandó a növekedését jelzi a láthatatlan kollégiumon belül.

Irodalomjegyzék a 7. fejezethez

1. D. de Solla Price, Collaboration in an invisible college. *Amer. Psychol.*, 21 (1966) No. 11, 1011.
2. A. J. Meadows, Communication in Science. Butterworth, London, 1974. p. 175.
3. D. de Solla Price, Kis tudomány – nagy tudomány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.
4. V. V. Nalimov, Z. M. Mulcsenko, Tudománymetria. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. p. 74.
5. S. Cole, G. S. Meyer, Little science, big science revisited. *Scientometrics*, 7 (1985) 443.
6. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., A tudomány mint a mérés tárgya. MTA Könyvtára, Budapest, 1981.
7. C. Balog, Multiple authorship and author collaboration in agricultural research publication. *J. Res. Commun. Stud.*, 2 (1979) 159.
8. P. Hodder, Limits to collaborative authorship in science publishing. *J. Res. Commun. Stud.*, 2 (1979/1980) 169.
9. A. tudományos publikációs tevékenység mutatószámai az MTA természettudományi, műszaki, orvostudományi és agrártudományi kutatóhelyein 1976–1980. MTA Könyvtára, Budapest, 1981.
10. D. B. Beaver, R. Rosen, Studies in scientific collaboration. Part 2: Scientific co-authorship, research productivity and visibility in the French scientific elite. *Scientometrics*, 1 (1979) 133.
11. Kuhn, T. S. A tudományos forradalmak szerkezete. Gondolat Kiadó, Budapest, 1984.
12. W. M. Shaw, Jr.: Statistical disorder and the analysis of a communication graph. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 34 (1983) 146.
13. M. Burger, E. Bujdosó, Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science; in R. J. Field, M. Burger (Szerk.), *Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems*. Wiley, New York, 1985, Chapter 16, p. 565.

8. A tudományos idézetek indexrendszere

A tudományos idézetek indexeinek megjelenése a tudománymetria jelentős fejlődését eredményezte. Az indexek ugyanis számos tudománymetriai vizsgálat kiindulási alapjául szolgáltak. A következőkben ismerkedjünk meg az idézeti indexek létrejöttének körülményeivel, szerkezetével és felhasználásával.

Könnyen előfordulhat, hogy egy publikáció címéből nem tudjuk kihámozni, hogy a cikk mivel foglalkozik. Az irodalomjegyzékét átnézve azonban az ott szereplő idézett publikációk szerzői, címei és megjelenési helyei alapján könnyűszerrel fogalmat alkothatunk a publikáció tárgyról, problémaköréről. Meghatározásunk annál pontosabb, mennél több tájékozódási pontot találtunk, azaz mennél bővebb az irodalomjegyzék.

Minden tudományos eredmény szervesen kapcsolódik a korábbiakhoz. Ezt jelzik a hivatkozások. A természettudományos cikkek átlagosan 15 hivatkozást tartalmaznak, azaz átlagosan 15 publikáció kell egy újabb létrehozásához. A hivatkozások tehát információátvitelt jelentenek, szálak, amelyek mintegy odakötik az új eredményt a korábbi tudományos ismeretanyaghoz. A közlemény szerzője ezekre rendszerint nem tér ki részletesen, csupán utal rájuk. A hivatkozások és az idézetek rendszere tehát az a kód, amely segítségével a szerzők ismétlések nélkül, tömör közleményeket írhatnak. A tudományos információ *sajátságos nyelvezete tükrözi azt az intellektuális légkört, amelyben a közlemény megszületett.* Miért ne lehetne felhasználni ezeket az idézeteket szakirodalmi keresésre? — tette fel a kérdést E. Garfield az 50-es évek elején. A publikáció irodalomjegyzékében a szerző saját maga indexeli munkáját, mégpedig annál alaposabban, mennél bővebb az irodalomjegyzék. Továbbá, ki tudná ezt az indexelést a szerzőnél magánál jobban elvégezni? Ezekből a gondolatokból születtek meg a „tudományos idézetek indexrendszerei”.

Egy tudományos publikáció *hivatkozásain* tehát a lábjegyzet vagy irodalomjegyzék formájában közölt formális utalásokat értjük, míg egy publikációra vonatkozó *idézetek* más publikációknak a szóban forgó munkákra való

hivatkozásai. A hivatkozások segítségével tehát egy tudományos eredmény előzményeit, a kapott idézetek révén annak tudományos hatását (impactját) ismerhetjük meg.

A publikációk irodalomjegyzékét elemezve, egy publikációt sokféle okból idézhetnek:¹

1. Tiszteletadás a téma úttörőinek,
2. Rokon munkák eredményeinek elismerése (tiszteletadás a kollégáknak),
3. Módszerek, berendezések stb. azonosítása,
4. Olvasási háttér szolgáltatása,
5. A szerző saját munkájának helyesbítése,
6. Mások munkájának helyesbítése,
7. Korábbi munkák kritizálása,
8. Állítások, érvek alátámasztása,
9. Figyelem felhívása elkövetkezendő munkákra,
10. Figyelem felkeltése szűk körben terjesztett, gyengén referált és idézett munkák iránt,
11. Adatok, tények, állandók stb. hitelességének alátámasztása,
12. Adott elgondolást vagy fogalmat tárgyaló eredeti közlemény azonosítása,
13. Eponym fogalmakat vagy elnevezéseket (pl. Hodgkin-kór, Pareto törvény, Friedel-Crafts reakció) használó eredeti közlemények azonosítása,
14. Mások munkájának vagy elgondolásának a kétségbevonása,
15. Prioritási igények vitatása.

Az első és az utolsó pontok kivételével a hivatkozások információátvitelt jelentenek, döntő többségük tehát a hivatkozó és az idézett dokumentum közötti érdemi és pozitív kapcsolatot tükrözi.

8.1 Történeti áttekintés

A legelső idézeti index a „Shepard's Citation” volt, amelyet 1873-ban indítottak, hogy a jogi döntésekhez nyújtson segítséget. Az amerikai jogi gyakorlatban ugyanis a büntetések kiszabásánál előírás volt az előző esetekre mint „precedensekre” való hivatkozás. Az index tartalmazta ezen idézeteket és egyben modellként szolgálhatott egy jó keresési lehetőséget gyűjtő index megszerkesztéséhez (46. ábra).

1952-ben Ch. Leake mint az orvosi irodalom indexelési kérdéseivel foglalkozó bizottság elnöke, javasolta a John Hopkins Welch Orvosi Könyvtárnak, hogy vizsgálják meg az összefoglaló cikkek alkalmazhatóságát tárgyszó indexelés céljaira. E. Garfield, mint a projekt egyik munkatársa

| | | | | |
|------------|-----|--------|----------------------|--|
| | | | <u>101 Mass. 210</u> | |
| CITED CASE | | | | |
| | 112 | Mass. | 65 | |
| a | 130 | Mass. | 89 | |
| | 165 | Mass. | 210 | |
| q | 192 | Mass. | 69 | |
| | 205 | Mass. | 113 | |
| o | 221 | Mass. | 310 | |
| | 281 | U.S. | 63 | |
| | 35 | H.L.R. | 76 | |

SUBSEQUENT
CITING CASES

46. ábra.

A Shepard-féle idézeti index egy tipikus tétele. A 101 Mass. 210 bűnügyre az alatta levő bűnügyek hivatkoznak. Az a, q, o betűk a helybenhagyott, a vitatott és a hatályon kívül helyezett ügyekre utalnak.
A H.L.R. a *Harvard Law Review* rövidítése. Az ügyvéd, miután esetéhez hasonló ügyet talált (más forrásból), felüti a Shepard-féle indexet és ott megtalálja az összes többi rá hivatkozó esetet. Ebből eldöntheti, hogy az eredeti döntést alkalmazhatja-e vagy sem. Példánkban az alkalmazás nem tanácsos, mivel egy esetet már hatályon kívül helyeztek

kimutatta, hogy az összefoglaló cikkek az indexelés számos lehetőségét tartalmazzák, a feladat csupán az index készítési módjának megtalálása. W. C. Adair a „Shepard's Citation”-t előállító cég elnökhelyettese javasolta a jogi gyakorlatban jól bevált elv alkalmazását a tudományban is.²

Az Institute for Scientific Information (ISI) elődje, az „Eugene Garfield Associates” tanácsadó iroda az ötvenes évek közepén két gyógyszergyár 5.000 szabadalmát dolgozta fel, kísérletképpen. Az így készült index összesen 20.000 szabadalmat és mintegy 30.000 hivatkozást tartalmazott. Alkalmazásakor olyan részletekre is bukkantak, amelyek a szabadalmak klasszifikációjából nem derültek ki.

1958-ban J. Lederberg a Stanford egyetemről érdeklődést mutatott Garfield munkássága iránt.³ Az anyagi problémák leküzdésére javasolta, hogy kérjen a kormánytól támogatást. 1961-ben a „National Institute of Health” közös programot kezdeményezett az Institute for Scientific Information-nal egy idézeti index készítésére a genetika tárgyköréből.⁴ Az index készítése közben kiderült, hogy a genetikai irodalom körülhatárolása nem is olyan egyszerű. A kérdést először interdiszciplinárisan kell megközelíteni és csak utána lehet belőle a genetikai irodalmat kigyűjteni.

Az első „Science Citation Index” 1963-ban jelent meg. 613 folyóirat 1961-es évfolyamában megjelent cikkei tartalmazta, és ezek 1,4 millió

idézetét. Ezek 19%-át, amelyeknek valami közük volt a genetikához, számítógép segítségével válogatták le és külön publikálták „*Genetics Citation Index*” címmel.

Időközben azonban egyéb idézeti indexek is készültek. 1959-ben a *Journal of the American Statistical Association* publikálta kumulált idézeti indexét a 35–50. köteteihez. A példát követte az *Annals of Mathematical Statistics* és 1962-ben az első 31 kötetéhez készített idézeti indexet, majd pedig a nem paraméteres statisztika bibliográfiához (*Bibliography of Non-parametric Statistics*). A két folyóirat indexei csupán az illető folyóirat cikkeire, a bibliográfia idézeti indexe pedig a benne szereplő tételekre történő hivatkozásokat sorolta fel.

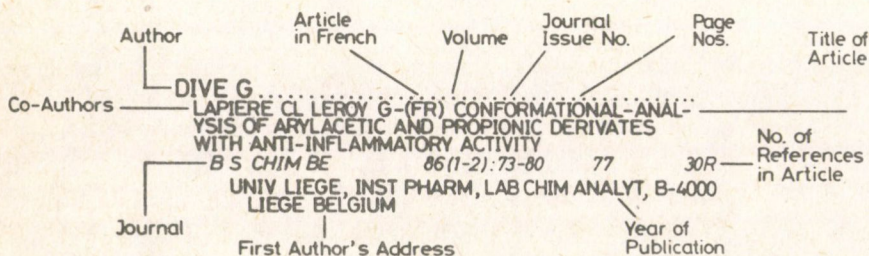
Az Institute for Scientific Information a *Science Citation Index* tapasztalatai alapján egyre bővítette időben és választékban indexei számát.⁵⁻⁹

8.2 A tudományos idézetek indexrendszerének felépítése

A számítógéppel összeállított, szakirodalmi keresésre szolgáló indexek rendszerében négy, önállóan használható és egymással kombinálható keresési mód áll rendelkezésre:

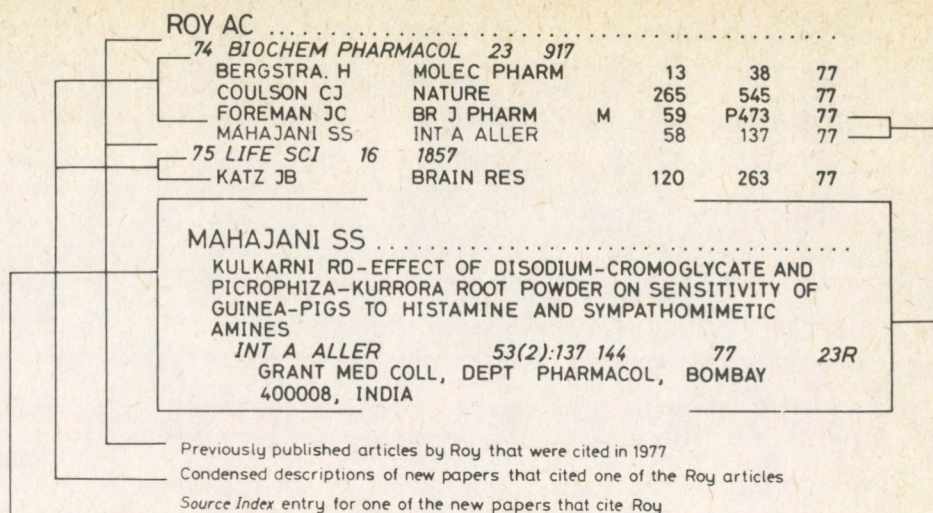
1. *A szerzői vagy forrás index (Source Index)* az első szerző ABC sorrendjében rendszerezve tartalmazza a tárgyidőszakban megjelent mű címét, bibliográfiai adatait és az első szerző munkahelyét (47. ábra).

2. *Az idézési index (Citation Index)* az idézett művek első szerzőinek ABC sorrendjébe rendezve sorolja fel a tárgyidőszakban megjelent mindazon közleményeket, amelyekben a nevezett műre hivatkoznak. Az idézett művek az időben korlátlanul, azok megjelenéséig nyúlhatnak vissza (48. ábra).



47. ábra.

Az *SCI Source Index*ének részlete



48. ábra.
 Az SCI Citation Indexének részlete a Source Index
 kapcsolódó tételével együtt

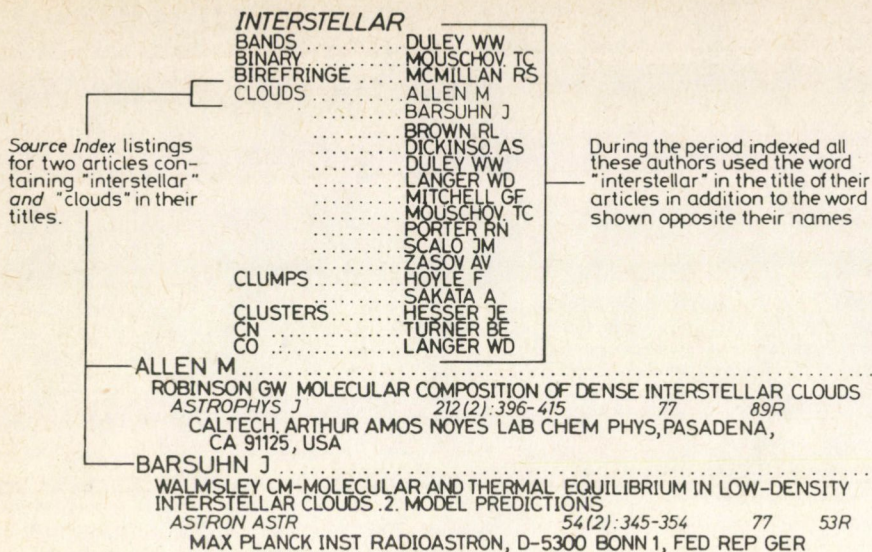
3. A *Permuterm Subject Index (PSI)*¹⁰ a közlemények címszavainak párosítása az első szó ABC rendjében, feltünteti a hozzátartozó szerzőt, amely alapján a mű adatai a szerzői indexből kikereshetők. Pl. egy dolgozat, amelynek címe nyolc információt hordozó szóból áll, $8 \times 7 = 56$ helyen lesz fellelhető a *PSI*-ben (49. ábra).

4. A *munkahely index (Corporate Index)* az intézmények ABC rendjében sorolja fel azon szerzőket és műveiket, akik az illető munkahelyről a tárgyidőszakban publikáltak (50. ábra).

8.3 Keresési stratégiák a tudományos idézetek indexrendszerében

Az idézeti index rendszerek felépítésüknél fogva idézeti, címszó, szerző és munkahelyi keresésekre alkalmasak. Ezeket tekinthetjük a szakirodalmi keresés legegyszerűbb eseteinek.

Az *idézeti kereséshez* egy olyan kulcs-szerzőre vagy annak egy publikációjára van szükségünk, aki több publikációt írt az illető területen és akinek a munkáit idézik. A keresés vázlatát az 51. ábra mutatja. A kiindulás alapját képező szerzőre vagy publikációjára hivatkozókat kikeressük a *Citation Indexből*. A *Source Indexben* megtaláljuk a kiindulási, továbbá az azt idéző



49. ábra.

Az SCI Permuterm Subject Index egy jellegzetes tétele a Source Index két kapcsolódó tételével együtt

| | | | VOL | PG | YR |
|-------------------------------------|-------------|---|-----|-----|----|
| ALZA CORP, PALO ALTO. CA 94304, USA | | | | | |
| CAMPBELL P | FED PROC | M | 36 | 358 | 77 |
| LEEPER H | POLYM ENG S | | 17 | 42 | 77 |
| ONEILL WP | DRUG COSMET | | 120 | 28 | 77 |
| SHAW JE | ACT PHARM S | | 13 | 33 | 77 |
| SHAW JE | CLIN PHARM | M | 21 | 117 | 77 |
| TASKOVIC. L | FED PROC | M | 36 | 358 | 77 |
| THEEUWES. F | ANN BIOMED | | 4 | 343 | 77 |

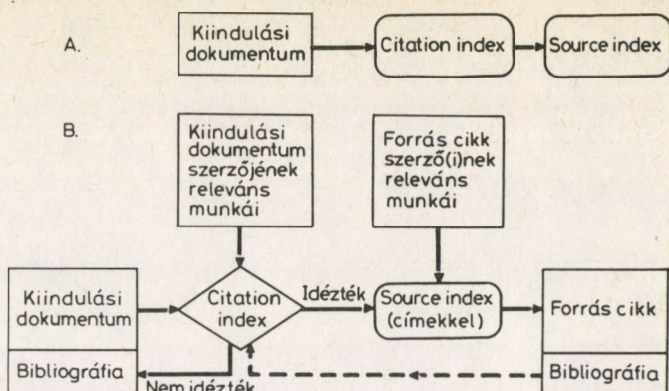
50 ábra.

Az SCI Corporate Indexének részlete

szerzők publikációit és azok címeit is. A keresést kiterjeszthetjük továbbá a kiindulási és a megtalált releváns publikációk irodalomjegyzékében felsorolt szerzőkre is.

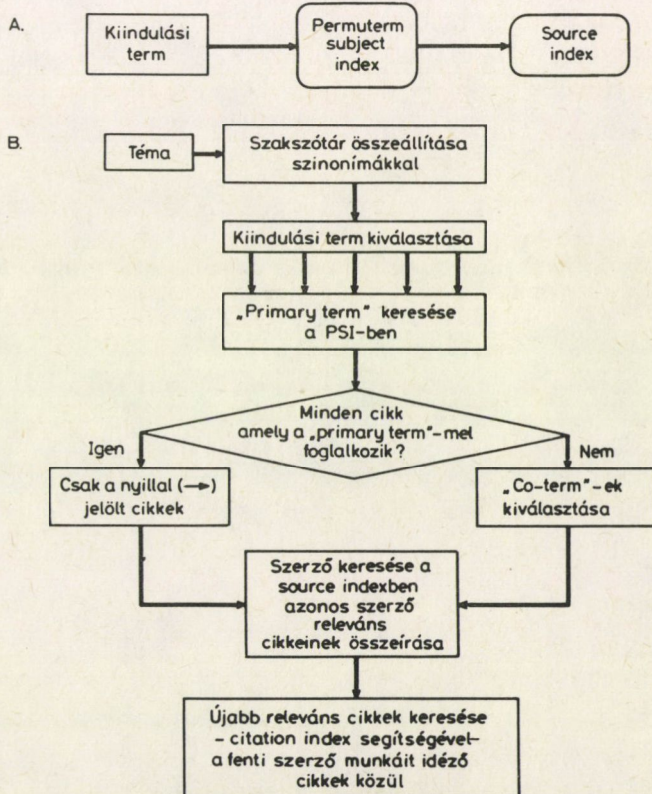
A címszó alapján történő keresésnél (52. ábra) a bennünket érdeklő publikáció(k) címszávaiban előforduló, információt hordozó szópárokat (primary term és co-term) tartalmazó publikációk szerzőit keressük ki a Permuterm Subject Indexben. A cikkek címei alapján – amelyeket a Source Index-ből tudhatunk meg – eldönthetjük, hogy releváns-e vagy sem az illető publikáció számunkra.

A keresési lehetőségeket kombinálva különböző stratégiákat alkalmazhatunk.^{11,12} Az SCI rendszerének ismerete, a bennük való tájékozódás számos



51. ábra.

Az idézeti keresés sémája az indexkötetek használatának sorrendjében (A) és a lépések részletezésével (B)



52. ábra.

Keresés a címszó alapján (Permuterm Subject Search)
az indexkötetek használatának sorrendjében (A) és a lépések részletezésével (B)

tudományometriai vizsgálat kiindulópontja. Tanulmányozásra ajánljuk a 13. irodalmat, amely részletesen tárgyalja és példákon mutatja be a felhasználás összes lehetőségét.

8.4 Az ISI idézeti indexrendszerei

Az ISI legfontosabb idézeti indexrendszereiről, azok megjelenési évéről, gyakoriságáról, adatbázisának méretéről, évi növekményéről a 15. táblázat nyújt áttekintést.

1. A *Science Citation Index (SCI)* multidiszciplináris adatbázis a természet-, élet-, orvos-biológiai- és a műszaki tudományok terén az – angolszász „science” fogalomnak megfelelően – gépi (mágnesszalag, online) és nyomtatott változata egyaránt forgalmazott. A nyomtatott kötetek kéthavonta jelennek meg, a mágnesszalagokat hetente adják ki. A rendszert részletesen ismerteti a 14. közlemény. A 16. táblázat bemutatja folyóiratbázisának tudományterületek szerinti megoszlását. Az éves kötetekhez tartozik a *Journal Citation Reports (JCR)*, amely az adatbázis folyóiratainak kapott és adott hivatkozásait, a tárgyévben általuk közölt cikkek számát közli és az ezekből számított különböző mutatók alapján rangsorolja a folyóiratokat.^{15, 16}

A *Science Citation Index Journal Citation Reports* első kötete 1957-ben jelent meg. A *Journal Citation Reports* egyes szekcióival már a 3.4 fejezetben megismerkedtünk.

A következőkben ismerkedjünk meg a *JCR* kötetek felépítésével, hogy tudományometriai vizsgálatainkban kellő biztonsággal használhassuk azokat.

A *JCR* a tárgyévet követő kb. másfél év múlva jelenik meg. Az 1983. kötet 4246 folyóiratban 1983-ban megjelent 450 836 (forrás) publikációt és azok 6 602 808 hivatkozási tételét dolgozza fel. Első részében az adatbázis folyóiratait rangsorolja az alábbi szempontok szerint:

1. ABC-rendben (ld. a 8. táblázat),
2. a tárgyévben (1983) kapott össz-idézetszám,
3. az impact factor,
4. az immediacy index,
5. a közölt (forrás) publikációk száma,
6. a megelőző két évre (1981 és 1982) vonatkozó hivatkozások száma csökkenő sorrendben.

A kötet 7. szekciójában megtaláljuk a *Social Sciences Citation Index (SSCI)* adatbázisába sorolt folyóiratok adatait a folyóiratok ABC sorrendjében.

15. táblázat
Az ISI legfontosabb indexrendszerei

| Az index megnevezése | Megjelenések | | MTA Könyvtárban megtalálható (évtől) | Évente feldolgozott forrás ^f | | |
|---|--------------|-----------------------------|--|---|---------------------------|---------------------|
| | éve | gyakorisága | | folyóirat, db | egyéb, ^d db | összes rekord db |
| 1. Science Citation Index | 1955 | kéthavonta ^a | 1955 | 2993 | 1013 | 517 000 |
| 2. Social Sciences Citation Index* | 1966 | négyhavonta ^a | 1966 | 1478 (+2858) ^e | 194 | 127 000 |
| 3. Arts and Humanities Citation Index* | 1976 | négyhavonta ^b | 1976 | 971 | 122 | 94 000 |
| 4. Index to Scientific Reviews | 1974 | félévenként ^b | 1974 | 2472 | 333 | 29 000 |
| 5. Index to Scientific and Technical Proceedings | 1978 | havonta ^b | 1978 | 3800 | 3000 (konferencia) | 100 000 |
| 6. Index to Social Sciences and Humanities Proceedings* | 1979 | negyedévenként ^b | 1979 | 2400 | 1000 (konferencia) | 15 000 |

Megjegyzések:

^aÉvre és öt évre kumulálva, kemény kötésben is.

^bÉvre kumulálva, kemény kötésben is.

^cFélévre kumulálva, kemény kötésben is.

^dÁltalában „nem-folyóirat” irodalom.

^eFolyóiratokból válogatva.

^fAz adatok 1–4 tételeknél az 1979. évben, az 5, 6 tételeknél az 1978. évben ténylegesen feldolgozott mennyiségeket jelzik.

16. táblázat
Az *SCI* folyóiratbázisának megoszlása tudományterületek szerint

| Tudományterület | Folyóirat | |
|-----------------------------------|-----------|--------|
| | db | % |
| Biológia | 451 | 12,0 |
| Fizika | 296 | 7,8 |
| Föld- és űrtudományok | 251 | 6,7 |
| Kémia | 306 | 8,1 |
| Klinikai orvostudomány | 967 | 25,7 |
| Matematika | 167 | 4,4 |
| Mérnöki tudományok és technológia | 668 | 17,7 |
| Orvosbiológiai kutatások | 532 | 14,1 |
| Pszichológia | 129 | 3,4 |
| Összesen: | 3767 | 100,0% |

A 8. szekció az *SCI* adatbázisának folyóiratait 128 tudományterületbe sorolja. Megadja a folyóiratok *impact factor*át és felezési idejét (*cited half-life*, lásd később).

A következő rész megadja az *SCI* bázis-folyóirataiban a tárgyévben publikált összefoglaló és nem összefoglaló jellegű cikkek számát, az irodalomjegyzékükben levő tételek számát, valamint ezek egy cikkre eső értékét. Ez utóbbi 10–25 között mozog a nem összefoglaló cikkekénél, 50–120 között az összefoglaló cikkekénél. A folyóirat egy átlagos cikkére eső hivatkozások száma pedig a két típus arányától függ.

A következő két szekció a folyóiratok felezési idejét közli. Aszerint, hogy az illető folyóirat cikkei által másoknak adott hivatkozásokat, vagy az illető folyóiratnak a többi folyóirat cikkeitől kapott idézeteit tekintjük, kétféle felezési időt különböztethetünk meg (*citing half-life*, illetve *cited half-life*). A szekciókban e kétféle felezési időt, továbbá a hivatkozások, illetve az idézetek kumulált százalékos megoszlását találjuk éves bontásban az utolsó 10 évre.

A folyóiratban közölt tudományos ismeretanyag elévülésének mértékét, a folyóirat használatának csökkenését, a kapott idézetek alapján számított felezési idő (*cited half-life*) jellemzi. Érthetőnek találjuk az *Acta Astronautica* 5,5 éves és a matematikai *Acta*-k >10 éves felezési idejének viszonyát (12. táblázat).

A következő szekció növekvő felezési idő (*cited half-life*) szerint rangsorolja a folyóiratokat.

A *JCR* utolsó két része a folyóiratok idézési-hivatkozási kapcsolatait

mutatja. A „Citing Journal Package” megmutatja, hogy az adatbázis ABC-be rendezett folyóiratai mely folyóiratokat hányszor idéztek a tárgyévben és ezek hogyan oszlanak meg az idézett folyóiratok utolsó tíz évfolyamában (ld. 9. táblázat). Az idézett folyóiratok az idézetek csökkenő értékei szerint rendezettek. A folyóiratok nevei egy küszöb idézetszám alatt már nincsenek feltüntetve.

A „Cited Journal Package” az idézett folyóiratok ABC-jében a hivatkozások számának csökkenő rendjében tünteti fel az idéző folyóiratokat az előző részhez hasonló elrendezésben.

Ezek a táblázatok alkalmasak az adatbázist képező folyóiratok kapcsolatainak és kölcsönös viszonyainak felderítésére.

Segítségükkel megállapíthatjuk a folyóiratok „rokoni” kapcsolatait. Tanácsot adhatnak, hogy cikkeinket mely folyóiratokban publikáljuk. Vizsgálhatjuk segítségükkel a tudományterületek közötti információáramlást. Kiválaszthatjuk ugyanis egy tudományterület reprezentáns folyóiratait. A területről kiáramló információ irányát és mennyiségét megállapíthatjuk, ha meghatározzuk, hogy milyen egyéb folyóiratok, milyen mértékben idézik a tudományterületünk folyóiratait. Az információ beáramlását ennek megfelelően az idézett folyóiratcikkek és mennyiségük jellemzi. Az információ visszaáramlását „recirkulációját” a folyóiratok önidézetei képviselik. A mérés gyakorlati kivitelezésére útmutatást a 17. és a 18. irodalmakban találunk.

A publikáló szerzők név- és munkahely címjegyzéke a *Current Contents Addresses Directory (CCAD)* (1984-), korábban a *Current Bibliographic Directory of the Arts and Sciences (CBDA)*¹⁹ (1979–1983), a *Who is Publishing in Science (WIPIS)*^{20,21} (1971–1978) illetve az *International Directory of Research and Development Scientists (IDRDS)* (1967–1969).

A CCAD ABC-rendben közli a tárgyévben az adatbázis folyóirataiban és indexelt könyveiben publikáló szerzők nevét, munkahelyét, annak postai címét, valamint publikációinak bibliográfiai adatait (folyóirat, kötet, szám, oldalszám, évszám) a tudomány és technológia, valamint a társadalomtudományok, művészetek és humaniorák szerint csoportosítva. A kötetek a szerzőket intézmények szerint és földrajzi csoportosításban (országok, USA államok) is felsorolják.

A *Social Sciences Citation Index*-nek (SSCI) nyomtatott kötetek adatbázisa némi tárgyi átfedésben van a *Science Citation Index*-szel. Tartalmazza a (nyugati értelemben vett) társadalomtudományok fontosabb tudományágait (17. táblázat). A kötetekhez külön *Social Sciences Citation Index Journal Citation Reports (SSCI JCR)* készül.

Az *Arts and Humanities Citation Index (AHCI)* átfogja a humán

17. táblázat
Az SSCI folyóiratbázisának megoszlása tudományterületek szerint

| Tudományterület | Folyóirat | |
|--|-----------|--------|
| | db | % |
| Antropológia | 52 | 2,6 |
| Demográfia | 14 | 0,7 |
| Étnológia | 19 | 1,0 |
| Filozófia | 49 | 2,5 |
| Földrajz | 25 | 1,2 |
| Humán tudományok | 15 | 0,7 |
| Informatika és könyvtártudomány | 55 | 2,7 |
| Interdiszciplináris társadalomtudomány | 79 | 3,9 |
| Jogtudomány | 124 | 6,2 |
| Kereskedelem, pénzügy | 77 | 3,8 |
| Kommunikáció | 19 | 1,0 |
| Környezetvédelem | 23 | 1,2 |
| Közegészségügy | 72 | 3,6 |
| Közigazgatás | 16 | 0,8 |
| Közgazdaságtan | 146 | 7,3 |
| Kriminológia | 19 | 1,0 |
| Nemzetközi kapcsolatok | 47 | 2,3 |
| Nyelvészet | 43 | 2,1 |
| Pedagógia | 168 | 8,4 |
| Politikai tudományok | 118 | 5,9 |
| Pszichiátria | 123 | 6,1 |
| Pszichológia | 177 | 8,8 |
| Régészet | 20 | 1,0 |
| Statisztika | 25 | 1,3 |
| Számítástechnika | 14 | 0,7 |
| Szociológia | 217 | 10,8 |
| Teológia és vallástudományok | 10 | 0,5 |
| Terület-tanulmányok | 43 | 2,2 |
| Történelem | 55 | 2,7 |
| Tudománytörténet és filozófia | 13 | 0,7 |
| Várostervezés, fejlesztés | 63 | 3,1 |
| Vezetéstudomány | 64 | 3,2 |
| Összesen: | 2004 | 100,0% |

tudományok és művészetek területeit (18. táblázat). Az SSCI és a AHCI forráskötetei, az SCI-től eltérően, tételesen felsorolják az idézett műveket is.

Az *Index to Scientific Reviews (ISR)* az SCI adatbázis közleményeiből a folyóiratok és a cikkek címe (advances, review, progress stb.) valamint a közölt hivatkozások száma ($R > 50$) alapján kiválogatott összefoglaló közlemények **indexrendszere**. Évente felsorolja továbbá a „legintenzívebben művelt kutatási tématerületeket” (ld. a 10.4 fejezetet).

18. táblázat
Az AHCI folyóiratbázisának megoszlása tudományterületek szerint

| Tudományterületek | Folyóiratok | |
|----------------------------|-------------|--------|
| | db | % |
| Építészet | 18 | 1,7 |
| Film, TV, rádió | 25 | 2,4 |
| Filozófia | 81 | 7,8 |
| Irodalom | 343 | 32,8 |
| Művészet | 146 | 14,0 |
| Néprajz | 16 | 1,5 |
| Nyelvtudomány | 68 | 6,5 |
| Ökortudomány | 26 | 2,5 |
| Régészet | 17 | 1,6 |
| Színház | 33 | 3,1 |
| Tánc | 8 | 0,8 |
| Teológia és vallástudomány | 58 | 5,6 |
| Történelem | 145 | 13,9 |
| Zene | 61 | 5,8 |
| Összesen: | 1045 | 100,0% |

Az *Index to Scientific and Technical Proceedings (ISTP)* a tudományos konferenciákon bemutatott nehezebben hozzáférhető előadások bibilográfiai adatait tartalmazza a természettudományok területén az alábbi százalékos megoszlásban: élettudományok 30%, fizika, kémia 20%, mezőgazdaság, biológia, környezetvédelem 8%, műszaki és alkalmazott tudományok 34%. A tájékozódást a tárgykör, a permuterm, a szerző, a kiadó, a rendező szerv, az előadók munkahelye és az ülés helye indexek segítik elő.

Az *Index to Social Sciences and Humanities Proceedings (ISSHP)* az előzőhöz hasonlóan a társadalomtudományok és művészetek terén tartott konferencia-előadásokat rendszerezi.

Szóljunk most egy pár szót arról is, hogy hogyan történik az *SCI* vagy *SSCI* adatbázisok folyóiratainak kiválasztása. Az adatbázisok folyóiratainak kiválasztásához az Institute for Scientific Information többféle szempontot igyekszik összehangolni.²² Az irodalom szóródásának Bradford-féle törvénye²³ szerint egy szakterület közleményeinek nagy százaléka aránylag kevés, a terület magját képező folyóiratban, míg aránylag kevés számú dolgozat elszórva sok folyóiratban jelenik meg. Ezek az eloszlás végén elhelyezkedő folyóiratok viszont – és ez már az irodalom koncentrálnálódásának Garfield-törvénye²⁴ – más területnek képezik a magját. Ez eredményezi azt, hogy például egy, a természettudományokat átfogó könyvtárnak nem szükségkép-

pen kell több folyóirattal rendelkeznie, mint egy terület specializált könyvtárának ahhoz, hogy benne minden lényeges dokumentum fellelhető legyen. Ezt az elképzelést most már konkrétan össze lehet kapcsolni a folyóiratok „impact factor”-ával, a *Journal Citation Reports*-ban közölt számadattal, amely megmutatja, hogy a szerzők milyen mértékben merítettek inspiráló gondolatot az illető folyóiratban megjelent cikkekből, azaz egy bizonyos időn belül átlagosan hányszor idézték az illető folyóirat cikkeit.^{2 5} Az adatbázis folyóiratai ezen mutató alapján fontossági rangsorba szedhetők és a gazdaságossági szempontok figyelembevételével, amely elsősorban az adatok számítógépes rendezésének és a gép memóriájában való tárolási költségének függvénye, kiválasztják például az *SCI* esetében az első, mondjuk 3200 folyóiratot, amelynek tartalma „borítótól borítóig” indexelésre kerül. Ezen objektív kritériumok mellett természetesen egyes, főképpen új folyóiratoknál az illető terület várható alakulását, valamint a piaci szempontokat is számításba veszik. A *SCI*, *SSCI* és az *AHCI* adatbázisok folyóiratainak országonkénti megoszlását a 19. táblázat mutatja be. Megjegyezzük, hogy eltérések vannak a 16–19. táblázatokban a folyóiratok össz-számában.* Ezek egyrészt a névleges folyóiratbázis és az egyes években ténylegesen feldolgozott adatok különbözőségéből, másrészt onnan adódnak, hogy a 16–19. táblázatokban levő folyóiratok több tudományterületbe is besorolhatók.

Az *SCI* és az *SSCI* adatbázisokban foglalt folyóiratok hazánk tudományos könyvtáraiban 75%, ill. 70%-ban fellelhetők.^{2 6}

Talán nem árt, ha az adatbázisok egyes hazai vonatkozásait is megemlítjük. Az *SCI* adatbázisban 16 db, az *SSCI*-ben 3 db, az *AHCI* 8 db Magyarországon kiadott folyóirattal találkozunk az 1984. évben. A természettudományok terén az *SCI* a szovjet folyóiratok nagy részét tartalmazza, ennek ellenére nem teljes. A közlemények jó része ugyanis nem folyóiratokban, hanem „obzor”, „szbornyik” cikkgyűjteményekben jelennek meg, amelyek nincsenek benne az adatbázisban. Az ilyen könyvalakban kiadott cikkgyűjtemények részaránya pl. 62%-ot is elérhet, amint azt az analitikai kémia terén végzett felmérés mutatta.^{2 7}

Carpenter és Narin^{2 8} végeztek vizsgálatot arra nézve, hogy a *Science Citation Index* milyen mértékben tükrözi az egyes országok tudományos tevékenységét és mennyire tekinthetők a nyert tudományos mutatók jellemzőknek ezekre az országokra. Annak ellenére, hogy az *SCI* adatbázisa csupán 10%-át tartalmazza a British Library Lending Division által nyilvántartott folyóiratoknak, kitűnő reprezentánsa az Egyesült Államok és Anglia természettudományos irodalmának. Jónak mondható az NSZK és Franciaország esetében. Japánra és a többi országra az *SCI*-ből nyert mutatók

*A táblázatok adatai az 1978. évre vonatkoznak.

19. táblázat
A Science Citation Index (SCI), a Social Sciences Citation Index (SSCI)
 és az *Arts and Humanities Citation Index (AHCI)* folyóiratbázisainak
 országokénti megoszlása

| | Ország | SCI | SSCI | AHCI |
|-----------|-------------------|------|------|------|
| 1. | USA | 1622 | 926 | 556 |
| 2. | Anglia | 621 | 227 | 136 |
| 3. | NSZK | 302 | 57 | 49 |
| 4. | Svájc | 169 | 24 | 13 |
| 5. | Franciaország | 154 | 39 | 61 |
| 6. | Hollandia | 143 | 64 | 25 |
| 7. | Szovjetunió | 105 | 3 | 7 |
| 8. | Japán | 96 | 20 | 7 |
| 9. | Kanada | 46 | 42 | 52 |
| 10. | Olaszország | 46 | 8 | 30 |
| 11. | NDK | 46 | 7 | 5 |
| 12. | Dánia | 46 | 7 | 5 |
| 13. | India | 40 | 14 | 4 |
| 14. | Svédország | 40 | 9 | 3 |
| 15. | Ausztrália | 37 | 22 | 17 |
| 16. | Lengyelország | 31 | 2 | 3 |
| 17. | Csehszlovákia | 29 | 7 | 1 |
| 18. | Magyarország | 27 | 3 | 6 |
| 19. | Ausztria | 26 | 6 | 2 |
| 20. | Finnország | 17 | 2 | 1 |
| 21. | Belgium | 12 | 12 | 10 |
| 22. | Uj-Zéland | 12 | 8 | 2 |
| 23. | Norvégia | 12 | 7 | 3 |
| 24. | Dél-Afrika | 12 | 4 | 2 |
| 25. | Izrael | 10 | 4 | 4 |
| 26. | Spanyolország | 7 | 2 | 7 |
| 27. | Kína | 7 | — | 1 |
| 28. | Irország | 5 | 2 | 4 |
| 29. | Argentína | 4 | 2 | — |
| 30. | Románia | 4 | — | 1 |
| 31. | Mexikó | 3 | 4 | 6 |
| 32. | Tajvan | 3 | 2 | 2 |
| 33. | Brazília | 3 | 2 | 1 |
| 34. | Jugoszlávia | 3 | 1 | 1 |
| 35. | Costa-Rica | 2 | 1 | — |
| 36. | Chile | 2 | — | — |
| | További 18 ország | 10 | 9 | 8 |
| Összesen: | | 3754 | 1549 | 1035 |

alkalmasak nemzetközi összehasonlításokra. A Szovjetunióra az *SCI* az említett hiányosságai miatt nem alkalmazható a tudományos összehasonlításokban. Ez elsősorban azokra a tudományterületekre érvényes, amelyek kevésbé rendelkeznek központi nagy folyóiratokkal mint például a mérnöki tudományok, űrkutatás, matematika és biológia, itt is főképpen a mezőgazdaság.

A társadalomtudományok terén (*SSCI*) az adatbázisban főként az amerikai, általában az angolszász irodalom képviselteti magát. A szocialista országok társadalomtudományi folyóiratai közül kis számban és meglehetősen véletlenszerűen válogat. A művészetek terén (*AHCI*) mindehhez még a terület speciális helyzete is hozzájárul. Míg a fizikában és kémiában például az idézetek 60%-a az utolsó öt évre vonatkozik, addig ez a művészeteknél jóval mélyebbre nyúlik vissza, pl. 60%-ban olyan szerzőkre, akik 1900 előtt születtek, 10%-ban olyanokra, akik 1400 előtt éltek.²⁹ Ez is mutatja, hogy a társadalomtudományok és művészetek egyes területein a forrás-adatok keresése, amely a Lockheed adatbázisaiban is alig több mint egy évtizedre nyúlhat vissza, a felhasználóknak csak kis hányadát elégítheti ki.³⁰ A társadalomtudományokban és a művészetekben a tárgyi kapcsolat az idéző és idézett mű között is sokkal lazább. A természettudományokban főként folyóiratcikkekre hivatkoznak. Ezt a szerepet a társadalomtudományoknál és művészeteknél a könyvek veszik át. Ezenkívül a kutatás jellege is eltérő, például egy természeti jelenség újrafelfedezését megmosolyogják az emberek, a szerzőt tájékoztatatlannak tekintik, aki kéziratát akár el is égetheti. De ugyan ki tenné ezt meg például egy Beethovenről írt műnél csupán azért, mert e témában már sok könyvet írtak?

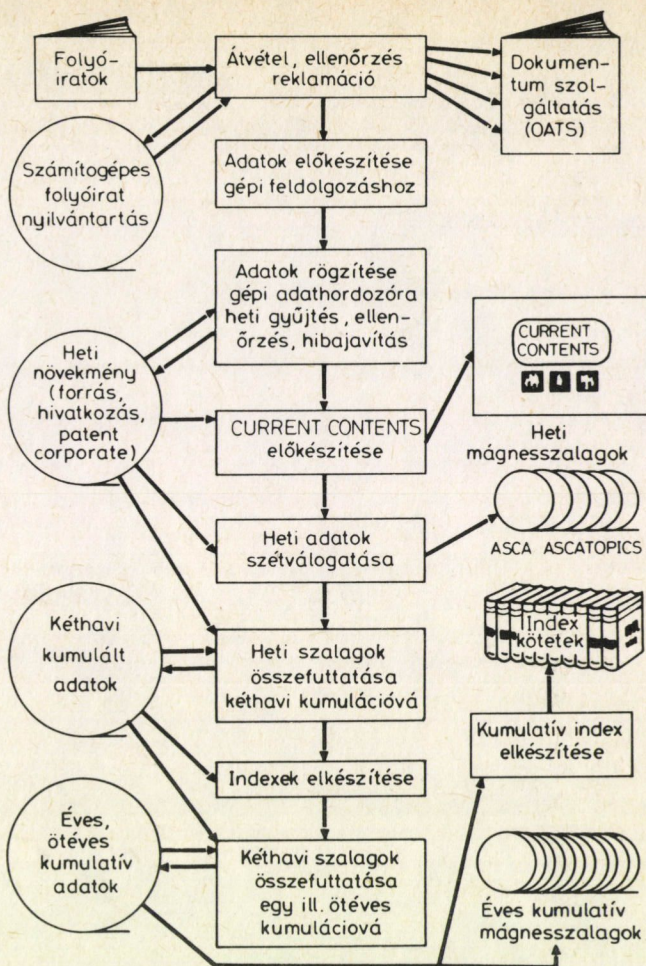
Mindezen gyengéi ellenére az *SSCI* és az *AHCI* indexek betekintést nyújtanak a nyugati irodalomba és művészetekbe. Elősegítik az interdiszciplináris kutatásokat és az egyetemes összefüggések felderítését.

A társadalomtudományok és művészetek terén, ahol az információ sebességének nincs olyan jelentősége, mint a természettudományokban, a gyakorta megjelenő kötetek szelektív szakirodalom-figyelésre (*SDI*) is felhasználhatók.

8.5 Az *SCI* adatbázis építésének folyamata

A *Science Citation Index* adatbázis építésének folyamatát a 53. ábra szemlélteti. A beérkező folyóirat feldolgozásra kerülő példánya (master copy) 24 óra alatt megy át az ISI egyes részlegein.

A feldolgozás lényeges melléktermékei a *Current Contents*, a mágnesszalagok és az indexkötetek.



53. ábra.
Az SCI adatbázis építésének folyamata

A *Current Contents* folyóirat, hetente közli a folyóiratok tartalomjegyzékét, a szerzők munkahelyét és a keresést megkönnyítő, ABC-be rendezett címszójegyzéket, az alábbi hét tudományterület csoportosításában:

| Címe | Adatbázis, folyóirat db |
|---|-------------------------|
| Agriculture, biology and environmental sciences | 1.000 |

| | |
|---|-------|
| Social and behavioral sciences | 1.300 |
| Clinical practice | 750 |
| Engineering technology and applied sciences | 700 |
| Life sciences | 1.000 |
| Physical chemical and earth sciences | 700 |
| Arts and humanities | 950 |

Az *SCI*, *SSCI* és *AHCI* mágnesszalagok hetente kerülnek kibocsátásra.

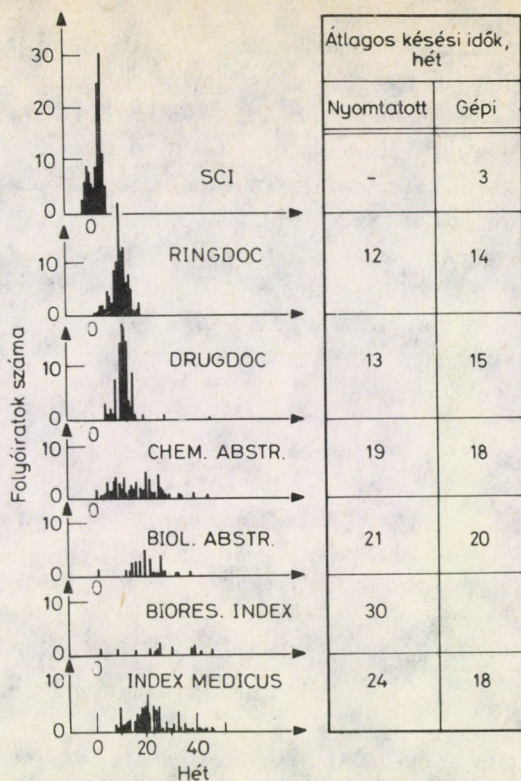
Az *SCI* heti szalagok 11.000 új tételt, és az ennek megfelelő (kb. 160.000) hivatkozás adatot tartalmaznak. Az *SSCI* és *AHCI* heti szalagokon a forrás-adatok száma 2.400 illetve 2.000. Az adatok hat mágnesszalagon vannak az alábbi bontás szerint:

1. Hivatkozási file: az idézett művek bibliográfiai adatai,
2. Forrás-adat file: a forrás-publikációk bibliográfiai adatai,
3. Az ún. WASCA file: a publikációk információhordozó címszavai a kötőszavak, névmások stb., továbbá a nem specifikus szavak: mint „mérés”, „meghatározás”, „áttekintés” stb. (stop words): kiválogatásával és elhagyásával,
4. Szerzői file: a forrás-publikációk szerzői,
5. Intézmény file: a szerzők munkahelye,
6. Az idézett szabadalmak file-ja.

A heti mágnesszalag kumulálásával majd tartalmuk kinyomtatásával állanak elő az *index-kötetek*. Az *SCI* kötetek kéthavonta, az *SSCI* és *AHCI* kötetei négyhavonta jelennek meg puha kötésben, majd kemény kötésben egy évre, illetve az *SCI* kötetek öt évre kumulálva.

8.6 Az adatbázis sebessége és teljessége

A természettudományos kutatásban lényeges, sőt, sok esetben döntő jelentőséggel bír az informálódás sebessége. Egy angliai könyvtárban³¹ meghatározták az odaérkező nyomtatott és gépi adatbázisok beérkezési



54. ábra

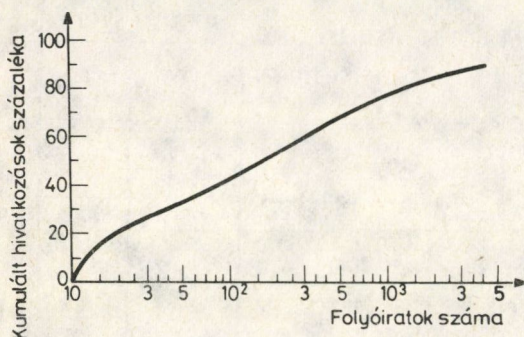
Az adatbázisok egy angliai könyvtárba (Smith Kline and French Labs., Ltd., Welwyn Garden City) való beérkezésének és az általuk feldolgozott folyóiratok megjelenési időpontjai különbségének eloszlása és ezek átlagértékei a nyomtatott kiadványok és a mágnesszalagos adatbázisok esetében

időpontjai és a bennük feldolgozásra kerülő folyóiratok dátuma közötti időtartamok eloszlását. Az eredményt az 54. ábra mutatja.

Az idézeti indexek nem tartalmazzák a világ kb. félmillió tudományos folyóiratát. Ekkora adathalmaz ugyanis ezt a rendszert kezelhetetlenné és áttekinthetetlenné tenné. Így csak a jelentősebb, a tudomány és technika főbb információs csatornáit képező folyóiratokat dolgozzák fel. Ezek kiválasztásánál érvényesülő szempontokról már beszéltünk a 8.4 fejezetben. Az egyes tudományterületek igen jelentősen átfedik egymást. Ebből következően a legfontosabb tudományos információkat a folyóiratok viszonylag kevés százaléka hordozza. Például, a *Current Abstracts of Chemistry and Index Chemicus* adatbázisának 43 folyóirata tartalmazza az új vegyületek 90%-át, a

Chemical Abstracts adatbázisának pedig 8%-ában megtalálhatók azok a tételek, amelyek részletes ismertetésre, kivonatolásra (abstract) érdemesek.^{2 2}

A *Science Citation Index* adatbázisának teljességét azon mérhetjük le, hogy az indexelésre kerülő 3200 folyóirat (számuk kis mértékben évről-évre változik) hordozza az *SCI* folyóiratokban adott összes hivatkozás 90%-át (55. ábra).^{2 2} A fennmaradó 10% a többi, kb. 25,000 folyóiratban megjelenő cikkekre vonatkozik. A teljes informálódást, amint azt a Bradford-eloszlásnál is láttuk, szinte lehetetlen elérni. Az információ mennyiségének növelése egyre nagyobb szellemi és anyagi erőfeszítésbe kerül.



55. ábra.

Összefüggés a folyóiratok száma és a hivatkozások százaléka között

8.7 Gépi információkeresés az *SCI* heti mágnesszalagjaiban

Az MTA Könyvtárába hetente érkeznek a *Science Citation Index* mágnesszalagjai, amelyek átlagosan 5 héttel azelőtt megjelent publikációk adatait és idézeteit tartalmazzák.

A keresés az ún. gépi profil segítségével történik, amely egyrészt a „forrásra” vonatkozóan tartalmazhat kereső szavakat, kifejezéseket, szócsonkokat és ezek kombinációit, a szerző és társszerzők nevére, a folyóirat címére, az intézmény nevére, a közlemény címére, másrészt az „idézetekre” azaz az idézett közleményre, az idézett első szerzőre, és az idézett folyóiratra, könyvre vagy más műre vonatkozóan. Mindezek és/vagy – nem logikával kapcsolhatók össze.^{3 2}

A keresési lehetőségeket a 20. táblázat, a gépi feldolgozás sémáját pedig az 56. ábra mutatja be.

Az MTA Könyvtárának gépi szakirodalomfigyelési szolgáltatásai az alábbiak:

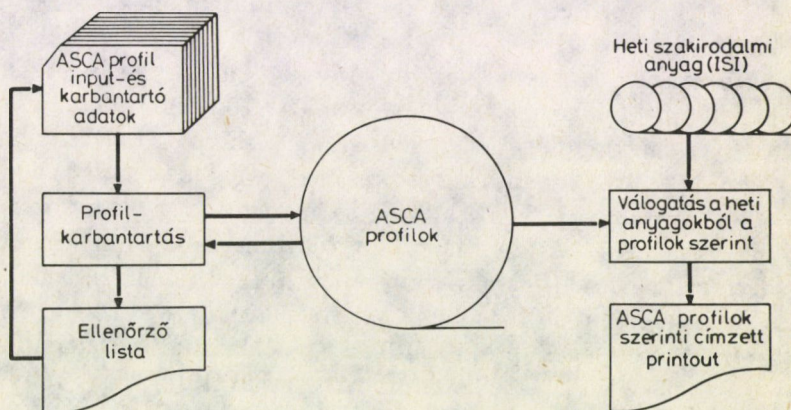
20. táblázat
Keresési lehetőségek az *SCI* és az *SSCI* gépi
adatbázisban

a) *Forrás*

1. Folyóirat neve
2. Szerző, társszerző neve
3. Intézmény neve
4. Kulcsszavak a címben
(szavak, szócsonkok és azok kombinációi)

b) *Hivatkozások*

1. Közlemény ill. könyv adatai
2. Első szerző neve
3. Folyóirat neve



56. ábra.

A heti *SCI* mágnesszalagok feldolgozásának sémája az MTA Könyvtárban

Folyóirat-tartalomjegyzék figyelés: Az *SCI* adatbázisát képező mintegy 3.200 folyóirat tartalomjegyzékének számítógépes figyeltetése. A printout, azaz a heti értesítés általában a folyóiratok kézhezvétele előtt tájékoztatja a felhasználót az általa figyeltetni kívánt folyóiratokban megjelenő közleményekről. Jellegében azonos egy „személyes” *Current Contents*-szel. Könyvtárak számára ez a szolgáltatás-típus lehetőségeket biztosít olyan folyóiratok tartalmi figyelésére is, amelyek évi előfizetésére a költségvetési feltételek nem biztosítottak.

A társadalomtudományok terén az *SCI* adatbázisban levő 120 társadalomtudományi folyóirat tartalomjegyzékének figyelésére nyílik mód a viselkedéstudomány, klinikai pszichológia, demográfia, nevelés és neveléstudomány, ergonómia, informatika és könyvtártudomány, nyelvészet és filológia,

vezetéstudomány, pszichiátria, pszichológia és társadalomtudomány alterületeken.

Témafigyelés: A szakirodalmi témafigyelésnek két változata lehetséges: az ASCATOPICS és az ASCA. A két változat közös vonása, hogy témaorientált keresőprofil segítségével válogat a hetente érkező új adatok közül.

ASCATOPICS: Az ISI munkatársai közel 300 átfogó természettudományi témáról készítettek profilokat a környezeti tudományok, élettudományok, orvostudomány, farmakológia és gyógyszerkémia, kémia, fizika, mezőgazdaság, élelmiszer- és állatorvosi, valamint műszaki tudományok terén.

A társadalomtudományok terén kb. 20 átfogó ASCATOPICS témában nyílik mód választásra a közgazdaságban, a politikai tudományokban, továbbá a társadalom- és viselkedéstudományokban. Az ASCATOPICS témafigyelés elsősorban a nagy, átfogó tématerületek szakirodalmának figyelemmel kísérésére használható.

*ASCA (Automatic Subject Citation Alert).*³³ a kutatási területekre fókuszált keresőprofil használ, amelyet az MTA Könyvtára munkatársai a kutató személyes információs igényeinek kielégítésére készítenek. Ehhez a felhasználó a következő adatokat adja meg: (1) a téma szabatosan megfogalmazott címét, (2) 5–10 szerző megnevezését, akik a témában a legfontosabb cikkeket írták, (3) a tárgyban a legismertebb 5–10 közlemény adatainak felsorolását, (4) tíz vagy több jellemző szót, amelyek a tárgyhöz tartozó cikkek címeiben előfordulnak. A „találatok” és a „zaj” elemzése alapján történik a végleges profilbeállítás. A felhasználók válogathatnak továbbá a korábbi évek során elkészített mintegy 300 db ASCA témából a környezeti tudományok, élettudományok, orvostudomány, farmakológia és gyógyszerkémia, kémia, fizika, mezőgazdaság, élelmiszer- és állatorvosi, műszaki, matematikai, fizikai-kémiai tudományok terén.

Publikációs tevékenység, illetve idézettség figyelése: E szolgáltatástípus keretében egy adott szerző, vagy intézmény tudományos publikációs tevékenységének figyelemmel kísérésére van lehetőség. Ebben az esetben a megrendelő a kért szerző minden olyan publikációjáról értesítést kap, amely az adatbázisban szereplő folyóiratok valamelyikében megjelent. Figyelemmel kísérhető továbbá a felhasználó által kiválasztott szerző tudományos tevékenységének nemzetközi visszhangja is. Ebben az esetben a heti értesítések az idézett szerző azon publikációit sorolják fel, amelyekre a tárgyhéten az adatbázisban feldolgozott folyóiratokban hivatkozások történtek, ha a figyelt szerző első szerzőként szerepel. Továbbá lehetséges az is, hogy a megrendelő az általa kiválasztott, valamilyen oknál fogva lényegesnek ítélt tudományos publikáció és folyóirat nemzetközi visszhangját is figyelemmel kísérje. Ebben az esetben a heti értesítések azokat a publikációkat sorolják fel, amelyek az

ASCATOPICS®

MTA Könyvtár Informatikai és Tudományelemzési

Kutatási Főosztály

Budapest V. Akadémia u. 2. Pf. 71361

WEEKLY LITERATURE ALERTING SERVICE

A SERVICE OF
ISI®ASCATOPICS
INFORMATION SCIENCE

(S00C2)

00427 ACCT NC

DR. BUJDOSÓ ERNŐ
MTA KÖNYVTÁR ITKF

00427

1361 BUDAPEST
PF. 7.

REPORT FOR 17 APR 85

PAGE 1

22,381 SOURCE ITEMS FROM CURRENT SCIENTIFIC LITERATURE
WERE PROCESSED FOR ASCATOPICS THIS WEEK

*****COPYRIGHT 1980 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION*****

DATA BAS ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF
ELECTROCARDIOGRAPHIC COMPUTER-PROGRAMS WITH THE
USE OF A REFERENCE DATA-BASE
WILLEMS JL ARNAUD P VANBEMME JH ECLERCILL PJ
BROUET C VOLTA SD ANDERSEN JD
DEGANI R DENIS B CEMEESTE M
28 REF S

CIRCULATION 71(3): 523-534, MAR 1985
JL WILLEMS, UNIV HOSP GASTHUISBERG, COMMON STAND
QUANTITAT ELECTROCARDIOG PROJECT, 49 FERESTRAAT,
B-3000 LEUVEN, BELGIUM

JOURNALS SCIENTIFIC EDITORIALS - A PRECISUS AND SCARCE
ELEMENT IN MEDICAL JOURNALS (EDITORIAL)
MORGAN PP 2 REFS
CAN MED A J 132(4): 315, FEB 15 1985

ONLINE STUDIES ON RESIDUAL ANTIBACTERIALS IN FOODS .3.
HIGH-PERFORMANCE LIQUID-CHROMATOGRAPHIC
DETERMINATION OF PENICILLIN-G IN ANIMAL-TISSUES
USING AN ONLINE PRE-COLUMN CONCENTRATION AND
PURIFICATION SYSTEM
TERADA H ASANOMA M SAKABE Y 2C REF S
J CHROMAT 318(2): 299-306, JAN 18 1985
H TERADA, NAGOYA CITY HLTH RES INST, 1-11 HAGIYAMA
CHO, MIZUHO KU, NAGOYA 467, JAPAN

INSTITUTIONAL AND NATIONAL AFFILIATIONS OF 400
RECENT PHYSICS PAPERS SELECTED BY IMMEDIATE
RECOGNITION (LETTER)
VLACHY J 37 REFS

GARFIELD E
BUJDOSÓ E

CZEC J PHYS 35(1): 99-102, 1985
THESE ITEMS IN THIS PROFILE WERE CITED:
CURRENT CONTENTS 5 EC
J AM SOC INFORM SCI 34 150 83
J VLACHY, KANKOVSKÉHO 1241,
CS-18200 PRAHA 8, CZECHOSLOVAKIA

1, 225

Telefon: 115-433, 123-298 Telex: 224132

57. ábra.

Az ASCATOPICS heti printout egy részlete

adatbázisban feldolgozott folyóiratokban a kért publikációt, illetve folyóiratot idézik.

A társadalomtudományi területeken a publikációs tevékenység, ill. idézettség-figyelésre mód nyílik a pszichológia és pszichiátria területeken, amelyek a „science” fogalomban bennfoglaltatnak.

A felhasználó a profilja által kiválasztott találatokat számítógép-printout formájában hetente kapja kézhez. Ez tartalmazza a margón kiírva azt a keresőszót (vagy szavakat) amely a találatot létrehozta, a cikk szerzőjét, társszerzőit, címét, bibliográfiai adatait, (amennyiben a találatot az idézési kapcsolat hozta létre, az idézett mű első szerzőjét és bibliográfiai adatait), valamint az első szerző postai címét. A postai cím lehetővé teszi a dokumentum egyszerű, gyors és aránylag olcsó beszerzését a szerzőhöz intézett különlenyomat-kérés segítségével.

Az „Information Science” témájú ASCATOPICS heti printoutjának egy részletét az 57. ábra mutatja be.

8.8 A szakirodalomfigyelés teljessége és relevanciája

Egy adatbázis minőségét, a „keresés jóságát”, szelektivitását a szolgáltatott információ teljességéből és relevanciájából lehet megítélni. A teljesség, azaz a visszakeresés aránya (a fellelt dokumentumok aránya a file-ben levő összes releváns dokumentumok számához) és a relevancia (a releváns dokumentumok száma a fellelt dokumentumok számához) egymással fordított viszonyban vannak. Nagy relevancia arány kisfokú teljességgel párosul és viszont. A

21. táblázat

A Science Citation Index adatbázisból szolgáltatott ASCA szakirodalmi információk tudományterületekre vonatkoztatott relevancia és zaj százalécai, valamint profilonként hetente szolgáltatott bibliográfiai tételek átlagos darabszámai

| Rangsor | Terület | Relevancia % | Zaj % | Hit/profil/hét átlagérték |
|---------|------------------------|-----------------|----------|------------------------------|
| 1. | Orvosbiológia | 64 | 14 | 13 |
| 2. | Klinikai orvostudomány | 57 | 18 | 11 |
| 3. | Fizika | 44 | 34 | 8 |
| 4. | Biológia | 43 | 33 | 7 |
| 5. | Kémia | 41 | 31 | 4 |
| 6. | Műszaki tudományok | 34 | 46 | 4 |
| | Súlyozott átlagérték | 50 | 25 | |

kérdés valójában ennél sokkal összetettebb. A teljesség általában nehezen mérhető. A relevancia, amelyet még felbonthatunk a relevancia fokának mértékében (pl. nagyon és kevésbé releváns) olyan praktikus mennyiség, amelyet egyedül az információ felhasználója állapíthat meg.

A *Science Citation Index* hazai gépi (ASCA) információkereső szolgáltatás a relevancia és a zaj szintjeit 1.900 válaszlevelezőlap kiértékelése alapján mérték fel.^{3 4} Az eredményt – az egyes tudományterületekre bontva – a 21. táblázat mutatja be. A releváns bibliográfiai tételek és a zaj között helyezkedik el az a határterület, amely cikkekben a felhasználó kapcsolatot vél felfedezni az általa figyeltetni kíván témával. A határterületre vonatkozó százalékos értéket megkapjuk, ha a relevancia és a zaj százalék összegét 100%-ból levonjuk. A 21. táblázat utolsó oszlopa feltünteti az egyes tudományterületeken készített profilok által a heti értesítéseken kapott bibliográfiai tételek átlagos darabszámát. Értéke egyenes arányban van a relevanciával. A relevancia, valamint a hetente szolgáltatott találatok („hit”-ek) darabszámcsökkenése az adatbázis használhatóságának sorrendjét is kijelöli az egyes tudományterületekre.

Irodalomjegyzék a 8. fejezethez

1. M. Weinstock, Citation Indexes. Encyclopedia of Library and Information Science. Vol. 5. Dekker, New York, 1971. p. 16. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 1. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 188.
2. W. C. Adair, Citation indexes for scientific literature. Amer. Doc., 6 (1955) 31.
3. J. Lederberg, Genetics Citation Index. Előszó. Experimental Citation Indexes to Genetics with Special Emphasis on Human Genetics, Institute for Scientific Information, Philadelphia, 1963. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 2. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 189.
4. I. H. Sher, E. Garfield, The Genetics Citation Index Experiment. In: Proc. Amer. Doc. Institute, 26th Annual Meeting, American Documentation Institute, Chicago, 1963. p. 63.
5. M. Weinstock, The Social Sciences Citation Index more than a tool. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 2. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 241.
6. E. Garfield: ISI's new Index to Scientific and Technical Proceedings lets you know what went on at a conference event if you stayed at home. Current Contents, (Oct. 3, 1977.) No. 43. 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 3. ISI Press, Philadelphia, 1980. p. 247.
7. E. Garfield, Will ISI's Arts and Humanities Citation Index revolutionize scholarship? Current Contents, (Aug. 8, 1977.) No. 35. 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 3. ISI Press, Philadelphia, 1980. p. 204.
8. E. Garfield, Introducing to Social Sciences and Humanities Proceedings. More help in locating and acquiring proceedings. Current Contents, (Aug. 14, 1978.) No. 33, 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 3. ISI Press, Philadelphia, 1980. p. 573.
9. E. Garfield, So you wanted more review articles. ISI's new Index to Scientific Reviews (ISR) will help you find them. Current Contents, (Oct. 30, 1974.) No. 44, 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 2. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 170.

10. E. Garfield, The Permuterm Subject Index: An autobiographical review. Current Contents, (March 21, 1977.) No. 12, 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 3. ISI Press, Philadelphia, 1980. p. 70.
11. A. E. Cawkell, Search strategies using the Science Citation Index. In: Computer Based Information Retrieval Systems. B. Houghton (szerk.) Clive Bingley Ltd., London, Ld.: Current Contents, (Nov. 4, 1969.) No. 44, 5.
12. E. Garfield, There's more than one way to search the chemical literature. Chem. Tech., 6 (1976) 16. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 2. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 525.
13. How to search the Science Citation Index. ISI, Philadelphia. Ld.: A Science Citation Indexről. Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 26 (1979) No. 2 45.
14. Bujdosó E., Az ISI szakirodalmi információs rendszerei az MTA Könyvtárában. Könyvtári Figyelő, 26 (1980) 6.
15. E. Garfield, Introducing Journal Citation Reports. Current Contents, (Aug. 30, 1976.) No. 35. 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 2. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 556.
16. E. Garfield, Citation indexing as a tool in journal evaluation. Science, 178 (1972) No. 4060, 721.
17. Braun T., Bujdosó E., Analitikai kémia a tudománymetria tükrében. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982.
18. M. Burger, E. Bujdosó, Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science; in R. J. Field, M. Bruger (Szerk.), Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems. Wiley, New York, 1985, Chapter 16, p. 565.
19. E. Garfield, Out with the old – in with the new Current Bibliographic Directory of the Arts and Sciences. Current Contents, (March 19, 1979.) No. 12, 5. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 4. ISI Press, Philadelphia, 1981. p. 78.
20. E. Garfield, ISI's Who Is Publishing In Science (WIPIS) offers instant access to research and research workers worldwide. Current Contents, (May, 1972.) 5. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 1. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 314.
21. E. Garfield, ISI's Who Is Publishing In Science: Why is it an idea whose time has not come? Current Contents, (Feb. 6, 1978.) No. 6. 5, Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 3. ISI Press, Philadelphia, 1980. p. 407.
22. E. Garfield, Citation Indexing. Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities. Wiley-Interscience, New York, 1979. p. 19.
23. E. Garfield, Bradford's law and related statistical patterns. Current Contents, (May 12, 1980.) No. 19, 5. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 4. ISI Press, Philadelphia, 1981. p. 476.
24. E. Garfield, The mystery of the transposed journal list – wherein Bradford's law of scattering is generated according to Garfield's law of concentration. Ld.: E. Garfield: Essays of an Information Scientist. Vol. 1. ISI Press, Philadelphia, 1977. p. 222.
25. E. Garfield, SCI Journal Citation Reports. A Bibliometric Analysis of Science Journals in the ISI Data Base. ISI, Philadelphia, évente jelenik meg.
26. Bükyné, Horváth Mária, Az Institute for Scientific Information gépi adatbázisainak alapját képező folyóiratok hozzáférhetősége Magyarországon. Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 26 (1979) No. 5., 220.
27. I. M. Orient, Raszszloenyije informacionnüh potokov v analiticeszkij himii. Szbornyik Logika Razvityij i Naukometriczeszkij Analiz Napravljenij v Himii. Moszkva, MGU, 1976. p. 49.
28. M. P. Carpenter, F. Narin, The adequacy of the Science Citation Index (SCI) as an indicator of international scientific activity. J. Am. Soc. Inform. Sci., 32 (1981) 430.
29. E. Garfield, Is information retrieval in the arts and humanities inherently different from that in science? The effect of ISI's citation index for the arts and humanities is expected to have on future scholarship. Library Quarterly, 50 (1980) No. 1., 40.

30. A. Pfaffenberger, S. Echt, Substitution of SCI Search and Social SCI Search for their print version in an academic library. Database, 3 (1980) No. 1., 63.
31. M. A. Simkins, A comparison of data bases for the retrieving references to the literature of drugs. Inform. Process Management, 13 (1977) No. 3A, 141.
32. Bujdosó E., Orvos-biológiai gépi szakirodalmi tájékoztatás az MTA Könyvtárában. Orvosi Hetilap, 121 (1980) No. 34., 2077.
33. E. Garfield, J. H. Sher, ISI's experiences with ASCA – a selective dissemination system. J. Chem. Doc., 7 (1967) No. 3., 147.
34. Bujdosó E., Braun T., A hazai természettudományos kutatás szakirodalmi információ szükséglete. Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 29 (1982) 447.

9. A tudományos idézetek
indexrendszerének tudományometriai
alkalmazása

Az idézeti index rendszereket eredetileg a szakirodalmi információk keresési igények kielégítésére készítették. Hamarosan azonban a tudomány-metria vizsgálatoknak is rendkívül termékeny táptalajául szoláltak. Manapság már nehéz lenne eldönteni, hogy e kettő közül melyik van túlsúlyban. Az index rendszerek a tudománymetria vizsgálatokhoz a tudományos aktivitás két alapvető összefüggésére szolgáltatnak adatokat: (1) szerzők, cikkek és folyóiratok idézési gyakoriságára, (2) adott szerzők, cikkek és folyóiratok közötti idézeti kapcsolatokra. Ezek kombinációja révén az indexek ill. azok géppel feldolgozó változata számos tudománymetria vizsgálatra felhasználhatók. A teljességre való törekvés nélkül, említsünk meg ezek közül néhányat. Egyének, intézmények, országok, valamint folyóiratok, tudományterületek, szakterületek és témák idézettségének vizsgálatával jelentőségük, hatásuk, használhatóságuk, eredményességük lemérhető, utóbbiakra tudománymetria mutatószámok nyerhetők.¹⁻⁵ A publikációk közötti idézeti-hivatkozási kapcsolatok meghatározása révén tudomány-szociológiai és tudománytörténeti vizsgálatokat lehet végezni, prioritási kérdéseket lehet eldönteni.⁶ A folyóiratok idézeti-hivatkozási kapcsolatainak vizsgálata révén vizsgálták például a folyóiratok, tudományterületek kölcsönhatását. Felderíthetők ugyanis kapcsolataik és a közöttük kialakult információ áramlások iránya és mértéke.^{7,8}

A publikációk irodalomjegyzékében egyszerre előforduló, ún. együttidézett közlemények számítógépes kiválogatásával, az ún. együttidézési klaszterek felderítésével a természettudományos kutatás szerkezete tárul fel. Meghatározhatók a legintenzívebben művelt tématerületek, az ún. forró pontok és a legjelentősebb publikációk (lásd a 10. fejezetet).

9.1 Az idéztelemzés alapjai

A tudományos publikációkban megfogalmazott információ értéke legáltalánosabban szólva használhatóságában rejlik. A tudomány eredményei használhatók, ezáltal értékesek lehetnek az emberi lét legkülönbözőbb szféráiban. Ez a tény hozta létre és élte ma is a tudomány intézményét. A tudomány művelői (és elemzői) számára azonban különös jelentősége van a tudományos publikációk tudományos hatásának, vagyis annak, hogy a kérdéses információt milyen mértékben használhatják új tudományos eredmények létrehozásában, ill. ennek kapcsán milyen mértékben ismeri el és teszi magáévá azt a szakmai közvélemény. Nem kétséges, hogy egy tudományos munka „valódi értékének” megítéléséhez sok esetben hosszú időre és rendkívüli szakértelemre van szükség. A tudományos publikációs tevékenység kialakult szokásai azonban segítséget nyújthatnak ahhoz, hogy viszonylag gyorsan és a szakterület mélyebb ismerete nélkül is megbecsülhessük a publikációk használati értékét. A tudományos közösség mérvadó tagjai egyrészt a kéziratról adott szakmai bírálattal, másrészt a publikációra való hivatkozással adhatják látható jelét annak, hogy a benne foglalt eredményt elfogadják, illetve használják. Mivel a kéziratok bírálatának szigora és alapossága általában a folyóiratok szakmai tekintélyével és olvasottságával párhuzamosan növekszik, a megjelenési hely kétszeresen is utal a publikációban foglalt eredmények használhatóságának esélyeire. Egy rangosabb folyóiratban megjelent cikk egyrészt nagyobb valószínűséggel elégíti ki magasabb tartalmi követelményeket, másrészt a szakterület művelőinek szélesebb körében válik ismertté, mint egy kevésbé rangos folyóiratban megjelent társa.

A fentiek szellemében a tudományos kutatás a tudományos közleményeknek, a kommunikáció csatornáinak és a publikációk újabb publikációk formájában megnyilvánuló fogadtatásának (idézettségének) tükrében jellemezhető.

A tudományometriában az idéztelemzés módszere váltotta ki a legnagyobb vitákat, amelyeket legtöbbször az érzelmi motíváció jellemzett döntően a tudományos mérlegelés helyett.⁹ Valójában a kutatók érzékeny emberek, különösképpen ha tudományos teljesítményüket méricskélik. Ha meggondoljuk, hogy a megjelenő tudományos publikációk 25%-át egyáltalán nem idézik, továbbá, hogy az idézett cikkek átlagos évi idzettsége is csak 1,7, nem nehéz az ellenkezés mozgatórugóit megértenünk.

Az egyik leggyakoribb ellenvetés, hogy alacsony színvonalú munkákkal is számos hivatkozás váltható ki az azt kritizáló publikációk révén. Meadows¹⁰ szerint – eléggé meglepően – a szervezett szkepticizmus szükségességének elismerése ellenére a tudományos közösség általában nem tér le saját útjáról

azért, hogy helytelen eredményeket megcáfoljon. Frontális támadást csak akkor indítanak, ha ez a helytelen eredmény a terület további fejlődése útjában áll, vagy valaki érdekeltségével ellenkezik. Egyébként, kevesebb időt és energiát igényel ha hagyják, hogy az idő múlása borítson fátylat rá.

Ebből már logikusan következik, amennyiben hajlandók kritizálni az eredményeket, konfliktusba, vitába keveredni érte, akkor már bizonyos, hogy az illető publikáció valamiféle jelentőséggel bír. Gondoljunk csak arra, hogy szinte minden új tudományos elmélet a kritikák keresztútjében állott. Amennyiben a kritizáló cikkeknek lesz igazuk, és az elmélet valójában helytelen, lehet-e tagadni hatását a tudomány fejlődésére?

Másik ellenvetés, hogy valaki hivatkozásainak számát növelheti, ha korábbi publikációit idézi. Az önidézésnek jelentős szerepe van a tudományos eredmények kommunikálásában. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a hivatkozások 10%-a önidézet, vagyis a publikáció *első* szerzőjének korábbi munkáira hivatkoznak. A többi társszerző figyelembevételével ez az érték valamivel nagyobb. Az önidézetek segítségével a kutatók munkájuk folyamatosságát, a korábbi és későbbi publikációk összetartozását jelzik. A tudományos teljesítmény értékelésében a *Citation Index* segítségével az önidézetek elkülöníthetők.

A következő ellenvetés az, hogy egyes speciális jellegű cikkeket jóval többször idéznek, mint másokat. Ilyenek pl. a módszertani cikkek.

Általánosságban igaz, hogy a módszertani cikkeket aránytalanul többször idézik, mint bármely más cikket, mely szintén bizonyos arányeltolódáshoz vezet. A világirodalom eddig legtöbbet idézett cikkét O. H. Lowry írta, melyben egy új fehérje-meghatározó módszert közölt 1951-ben.¹¹ Ezt a cikket 1961 és 1975 között 50.000-szer idézték, mely szám több, mint ötszöröse a második legtöbbszor idézett cikk összidézetének. 1951 óta a tudományos eredmények közül mégsem ez számít a legjobbnak, legfontosabbnak. Erről az arányeltolódásról csak addig van és lehet szó, ameddig nem tisztáztuk, hogy az idézetek száma nem a tudományos eredmény minőségével, fontosságával, értékével arányos, hanem tudományos hatékonyságával, a többi kutató munkásságában való felhasználhatóságával, egyszóval impaktjával áll az első helyen.

Vannak olyan dolgozatok, amelyek mérföldkövet jelentenek egy tudományág fejlődésében. Ezek olyan gyorsan bekerülnek a köztudatba, összefoglaló könyvekbe, hogy viszonylag rövid idő után már nem idézik őket, vagy csak annyira közvetve, hogy az idézetet már nem az eredeti cikk kapja. Ezen cikkek fontossága, tudományon belüli hatékonysága nyilvánvalóan nagy, s ez mégsem jelentkezik az idézetek számában. Említettük már, hogy az idézetanalízis semmiképpen sem alkalmas arra, hogy kizárólag ezen

paraméterek alapján hozzuk meg döntéseinket. Nem az egyéb módszerek alapján történő döntések helyett, hanem azok kiegészítésére, objektívabbá tételére ajánljuk. A döntéseket eddig is az adott tudomány legjobbjai hozták, akik nyilván fel tudták mérni tudományáguk mérföldköveinek fontosságát, és ezen dolgozatok szerzői aligha szorulnak az idéztelemzés támogatására.

Hangsúlyozzuk tehát, hogy a hivatkozások elsősorban egy közlemény eredményeinek *használhatóságát* mérik, a sokat idézett közleményt számosan találták hasznosnak saját munkájukban. Az idézetek semmit sem mondanak azonban a probléma megoldásának eleganciájáról, a tudomány és társadalom fejlődésében betöltött relatív fontosságáról, a munka természetéről és hatásának okairól. Ezek csak a publikáció szakmai analízisével állapíthatók meg. Az idézetanalízis tehát nem helyettesítheti az egyenrangúak („peer”-ek) bírálatát, hanem azt objektív mérőszámmal egészíti ki. Egy hasonlattal élve: az idézetanalízis hasonló az orvosi gyakorlatban a laboratóriumi vizsgálatok eredményeihez. Ezek nélkülözhetetlenek ugyan a szakorvos döntéseihez, de önmagukban nem jellemzik az illető páciens egészségi állapotát.

Egyének tudományos tevékenységének idéztelemzés segítségével történő vizsgálatára számos eljárást dolgoztak ki. Ezek felsorolásával és kritikai elemzésével foglalkozik a 12. irodalom.

Az idéztelemzéssel végzett vizsgálatok kapcsán szerzett tapasztalatokat igyekeznek kamatoztatni a nagyjelentőségű alapkutatási területen dolgozó intézmények eredményességének vizsgálatában is, mint például a rádiócsillagászat^{1 3} és a részecskefizikai kutatások^{1 4} területén. Találunk próbálkozásokat például a termelő vállalatok tevékenységének megítélésére, illetve összehasonlítására is. Az értékelés szempontjából kedvezőbb helyzetben vannak az alapkutatás-igényes vállalatok, mint például a gyógyszeripar^{1 5, 1 6} a kevésbé kutatás igényes ipari vállalatokkal szemben.^{1 7}

9.2 Az idéztelemzés gyakorlati kivitelezése

Az alábbiakban Beck Mihály és Gáspár Vilmos által kidolgozott módszert mutatjuk be — mint egy lehetséges eljárást — a személyek tudományos tevékenységének idéztelemzési értékelésére.^{5, 21}

Az értékelés abból indul ki, hogy a dolgozat rangját jó közelítéssel azonosnak vehetjük a közlés helyének rangjával. Ezt meglehetősen egyértelműséggel számszerűen fejezi ki az Institute for Scientific Information által évenként kiadott *Journal Citation Reports*-ban közzétett hatástényező (impact factor).

A tudományos munkásság értékelésekor megkülönböztetjük a magyarul és az idegen nyelven publikált közleményeket, de az utóbbiak esetében együtt kezeljük a hazai és a külföldi kiadású folyóiratokban megjelent dolgozatokat. A munka értékelésére a következő összesítő és fajlagos mutatókat számítjuk ki:

Magyarul és idegen nyelven közölt cikkek hatása (H_m , illetve H_i), mely az egyes folyóiratokban közölt cikkek száma (N_m illetve N_i) és a folyóirat hatástényezője (impact factor, H_f) szorzatainak összegeként adódik:

$$H_m = \sum_{j=1} N_{m,j} H_{f,j} \quad \text{illetve} \quad H_i = \sum_{j=1} N_{i,j} H_{f,j}. \quad (56)$$

A teljes hatás

$$H_t = H_m + H_i. \quad (57)$$

Mivel a dolgozatok túlnyomó részének több szerzője van, önkényes és félrevezető a hatásnak egy személyhez való rendelése. A jobb összehasonlíthatóság érdekében kiszámítjuk az *egy szerzőre eső hatást* is, éspedig oly módon, hogy minden egyes folyóirat esetében kiszámítjuk az átlagos szerzőszámot (I_j) és a megfelelő folyóiraatra vonatkozó hatást ezzel osztjuk. Az így nyert értékek összegezésével nyerjük az R_m , R_i és R_t értékeket.

A fajlagos mutatók értelemszerűen a különféleképpen definiált hatások és a megfelelő cikkek hányadosaként adódnak és a dolgozatok átlagos hatástényezőjeként tekinthetők. Figyelembe vesszük azonban, hogy egyes folyóiratok nem szerepelnek a kiadott listában, illetve egyesek hatástényezője zérus. Ezért a fajlagos mutatókat kétféleképpen számítjuk ki: egyrészt az összes cikk számával (N), másrészt pedig csak a véges hatástényezőjű folyóiratokban megjelent cikkek számával (N') osztjuk H_m , H_i , illetve H_t értékeit. Az így nyert *fajlagos hatások* rendre $H_{f,m}$, $H_{f,i}$, $H_{f,t}$, illetve $H'_{f,m}$, $H'_{f,i}$ és $H'_{f,t}$. Közülük $H_{f,i}$, illetve $H'_{f,i}$ a legfontosabb és ad lehetőséget értelemszerű következtetésekre.

Az összehasonlítást más szempontból könnyíti meg az *egy évre eső hatás* mérlegelése. Ezt az értéket (F_t) a teljes hatás és az első közlemény megjelenése óta eltelt évek számának hányadosaként kapjuk. F'_t pedig az egy szerzőre jutó évi hatást jelenti.

A jelzett számításokban nem vesszük figyelembe azokat a munkákat, melyeket ezzel az eljárással nem lehet értékelni, melyeket azonban a teljes munkásság mérlegelésekor figyelembe kell venni. Ezek a könyvek, könyvfejezetek, konferenciák munkálataiban megjelent hosszabb, rövidebb kivonatok. Ezek közül különösen figyelemre méltóak az idegen nyelven megjelent

könyvek, könyvrészletek és rangos nemzetközi konferenciákon való rendszeres szereplést jelentő adatok. Ugyancsak figyelembe veendő a szabadalmak száma is, amely önmagában azonban csak a gyakorlati alkalmazásra való törekvés mértéke. A teljesítmény mérlegelésekor – amennyire lehetséges – a megvalósított találmányok által elért gazdasági eredményt kell figyelembe venni.

A 22. táblázatban bemutatjuk az egyének tudományos tevékenységének megítéléséhez figyelembe vehető tudánymetriai mennyiségeket.

22. táblázat

Egyének tudományos tevékenységének mérésére ajánlott adatok,
ill. tudánymetriai mutatók

A jelölt adatai:

| | |
|-----------------|---|
| Sz | születési év |
| P | az első publikáció éve |
| K | kandidátusi fokozat elnyerésének éve |
| D | doktori fokozat elnyerésének éve |
| N _m | a magyar nyelvű dolgozatok száma |
| N' _m | az <i>SCI</i> adatbázisban szereplő folyóiratokban publikált magyar nyelvű dolgozatok száma |
| N _i | az idegen nyelvű dolgozatok száma |
| N' _i | az <i>SCI</i> adatbázisban szereplő folyóiratokban publikált idegen nyelvű dolgozatok száma |

Tudánymetriai mutatók:

| | |
|-------------------|--|
| H _m | a magyar nyelvű közlemények hatása |
| H _i | az idegen nyelvű közlemények hatása |
| H _t | teljes hatás |
| R _i | H _i /idegen nyelvű cikkek átlagos szerzőszáma |
| R _t | H _t /összes cikk átlagos szerzőszáma |
| H _{f,i} | az idegen nyelvű közlemények hatása/az összes cikk száma |
| H' _{f,i} | az idegen nyelvű közlemények hatása/az <i>SCI</i> adatbázisban szereplő folyóiratokban |
| F _t | a teljes hatás/publikációs életkor |
| F' _t | a teljes hatás/publikációs életkor/összes szerző száma |

A különböző szakterületeken dolgozó személyek idézetelemzési összehasonlíthatósága jelentős mértékben függ az általuk művelt tudományterületek publikációs és idézeti szokásainak összehasonlíthatóságától. A tudományterületek publikációs szokásaiban, a publikációt hordozó folyóiratok *impact factor*aiban ugyanis nagy különbségek lehetnek. Erre utal a 23. táblázat, amely az egyes tudományterületek doktorai (tudományok doktora) reprezentatív mintáinak analízise alapján a produktivitásban és a fajlagos idézettségben levő eltéréseket szemlélteti.¹⁸ Ebből láthatjuk pl., hogy az átlagos

23. táblázat

Az egyes tudományterületek minősített művelői (tudományok doktora)
reprezentatív mintáiból nyert mutatók átlagértéke

| | Születési év* (Sz) | Összes publikáció* (N _m + N _i) | Egy szerzőre és egy cikkre normált évi átlagos idézettség összege |
|---------------|-----------------------|--|--|
| Matematika | 1932 ± 9 | 48 ± 23 | 0,52 |
| Fizika | 1924 ± 10 | 66 ± 26 | 4,77 |
| Kémia | 1931 ± 5 | 86 ± 30 | 2,22 |
| Biológia | 1932 ± 4 | 76 ± 52 | 5,60 |
| Orvostudomány | 1927 ± 5 | 125 ± 54 | 6,18 |

*A szóráshatárok feltüntetésével.

matematikus doktor fajlagos idézettsége a tizedrésze egy átlagos biológus doktorénak, ugyanakkor az utóbbi produktivitása pedig 1,6-szorosa egy átlagos matematikus doktorénak.

9.3 Tudománymetriai mutatószámok

A statisztikai mutatószámokhoz (indikátorok) hasonlóan a tudományos és technológiai mutatószámok megalkotása és elemzése világszerte megin-
dult.²⁻⁴ Ezeket a mutatószámokat három nagy csoportba sorolhatjuk, úgy-
mint (1) az innovációs tevékenység mutatószámai, (2) a tudomány és
technológia gazdasági hatásának mutatószámai, és (3) a tudományos mutató-
számok. Utóbbiak részét képezik a tudománymetriai mutatószámok.

A mutatószámokkal szemben bizonyos követelményeket állítanak fel,
nevezetesen explicit vagy implicit módon a vizsgált jelenség valamilyen
elméleti modelljére épülő összefüggő rendszert alkossanak, továbbá összeha-
sonlíthatók, aggregálhatók, szegregálhatók legyenek és idősoruk lehetővé
tegye bizonyos trendek feltárását.

A személyek idézetanalíziséből kiindulva és a nagyobb csoportok, intéze-
tek, végül országok felé haladva eredményeink egyre megbízhatóbbakká
válnak. Az adatok számának növekedésével, az egyéni extrémumok eltűnnek
és egyre inkább közeledünk a csoport átlagos viselkedését jellemző mutatók-
hoz. Mennél nagyobb a vizsgált halmaz, annál nagyobb az eredmények
statisztikai megbízhatósága is. Az elemzés tárgyául választott kutatói
közösségek lehetnek kutatócsoportok, tanszékek, intézmények, országok,
valamint szakterületek és kutatási témák. A kutatói közösségek publikációs

tevékenységének és annak visszhangjának számszerű jellemzésére elsődlegesen a következő mennyiségek használatosak:³

- a publikációk száma és megoszlása,
- a szerzők száma és megoszlása,
- a hivatkozások száma és megoszlása,
- az idézetek száma és megoszlása.

A *publikációk* közé sorolható minden dokumentált tudományos közlés: kutatási jelentés, előadás kivonat, preprint stb. Ezek közül csupán a tudomány hivatalos, nyilvános és szakmailag ellenőrzött közlési csatornáiban megjelent publikációkat szokták tekintetbe venni. Az egyéb közlési formák hasznosak, sőt nélkülözhetetlenek a tudományos ismeretek kommunikációs folyamatában. Információtartalmuk azonban előbb vagy utóbb megjelenik a tudományos információk formális csatornáiban.

A publikáció *szerzői* általában pontosan azonosíthatók. Összeszámlálásuk azonban felvet bizonyos módszertani kérdéseket. Napjainkban a tudományos közlemények többsége szerzők együttesének közös munkája. Kérdés, hogy hogyan rendeljük a cikkeket az egyes társszerzőkhöz: minden társszerző teljes értékű szerzőnek számítson, vagy csak az első szerzőt vegyük tekintetbe? Eljárhatunk azonban úgy is, hogy a társszerzők a publikáció egy tört részét kapják egyenlően vagy egy meghatározott arány szerint felosztva. Bármelyik megoldást is válasszuk, azt következetesen kell végrehajtanunk a vizsgálat során.

A tudományometriai elemzésekben leginkább a szerzők, publikációk és az idézetek számából alkotott összetett mutatószámokat használják. Leggyakrabban a publikáció/szerző, idézet/szerző, idézet/publikáció jellegűek. Az „*impact factor*”-ral analóg hatástényező is bármilyen kutatói közösség publikációinak halmazára képezhető. Az egyes országok tudományos tevékenységének mutatószáma lehet még a kiadott tudományos folyóiratok száma, azok szerkesztőbizottságaiban résztvevő kutatók száma, valamint a nemzetközi tudományos konferenciák rendezésének illetve az azokon való részvételnek a mérőszáma is.

A publikációs tevékenység jellemzésére használhatjuk az alábbi mutatószámokat.^{2,3}

1. Az átlagos kutatói létszám

Az éves kutatói létszámok a kutatóhelyeken a vizsgált időszakban teljes állásban, kutatói besorolásban dolgozók létszámadatainak átlaga.

2. A tudományos fokozattal rendelkező kutatók átlagos száma

A kutatóhelyen dolgozó akadémiai rendes és levelező tagok, valamint a tudományok doktori és kandidátusai összsámának a vizsgált időtartamra számított átlaga.

3. A publikációk száma

Publikációnak az alábbi kategóriákba sorolható munkákat tekinthetjük: folyóiratcikkek, könyvek, könyvfejezetek, cikkgyűjtemény-részletek, vagy nyomtatásban megjelent konferencia anyagok. Nem kerülnek tehát a publikációk közé a kutatási jelentések, disszertációk, preprintek és egyéb hasonló kiadványok, amelyekről a szakirodalom szerint bizonyítható, hogy érdemi információtartalmuk előbb-utóbb megjelenik a fenti három publikációs csatorna valamelyikében.

4. Impakt (intézeti saját rész)

Egy kutatóhely *teljes hatása* az egyes folyóiratokban megjelent cikkek számának a folyóirat hatástényezőjével súlyozott összege. A teljes hatás tehát becslést ad a vizsgált cikkhalmazra a megjelenéstől számított két év alatt várható idézetek számára a folyóiratokra vonatkozó többéves statisztikai tapasztalatok alapján. A teljes hatásnak a kutatóhelyre eső saját része a korábban ismertetett módon határozható meg.

5. A tudományos fokozattal rendelkező kutatók aránya

A tudományos fokozattal rendelkező kutatók számának viszonya az átlagos kutatói létszámhoz.

6. A publikáló kutatók aránya (évi átlag)

Minden évre külön-külön meghatározható azoknak a kutatóknak az aránya, akik legalább egy publikáció szerzőjeként szerepeltek. A mutatószám az éves értékek átlaga.

7. Egy kutatóra eső intézeti szerzők száma

A vizsgált időszakban a kutatóhelyhez tartozónak feltüntetett szerzők számának és a kutatói létszámnak az aránya. A szerzőszám a kutatóhelyeken

részállásban, ill. nem kutatói besorolásban dolgozó, publikáló munkatársakat is tartalmazza.

8. A publikációk intézeti saját része/szerző/év

A publikációs produktivitás mutatószáma. Értéke önmagában keveset mond, szakterületenként ingadozik.

9. A folyóiratcikkek aránya

A folyóiratcikkek saját részének és a publikációk saját részének hányadosa.

10. Kooperativitás

A publikációknak a más kutatóhelyekből származó társszerzőkre eső része osztva a kutatóhely saját részével.

11. Átlagos idézettség

A két év alatt megjelent releváns publikációkra a harmadik évben kapott idézetek számának és a publikációk számának hányadosa.

12. Az idézetlen publikációk száma

Azon releváns publikációk száma, amelyek a vizsgált időszakban nem kaptak idézetet.

13. Az idézetlen publikációk aránya

Az idézetlen publikációk száma az összes megjelent releváns publikációk számának százalékában kifejezve.

14. A sokat idézett publikációk száma

Általában a 10 vagy ennél több idézettel rendelkező publikációk száma.

15. A sokat idézett publikációk aránya

A sokat idézett publikációk száma az összes megjelent releváns publikációk számának százalékában kifejezve.

16. A kapott idézetek száma

A releváns publikációkra kapott összes idézetek száma.

17. Az idézetek várható száma

Az egyes folyóiratokban két év alatt megjelent publikációk számának és a folyóiratok (harmadik évi) hatástényezőjének szorzataiból nyert összeg.

18. Átlagos várható idézettség

Két év alatt megjelent releváns publikációkra a folyóirat hatástényezője alapján várható idézetek számának (17. mutatószám) és a szóbanforgó publikációk számának hányadosa.

19. Relatív idézettség

Ez a mutatószám becslést ad a kutatóhely publikációinak idézettségére a szakterület nemzetközi átlagához viszonyítva. Értéke az intézmény kutatói által közölt cikkekre a ténylegesen kapott és a közlő folyóirat impact factora alapján várt idézetek számának hányadosa.

A relatív idézettség, amely nemzetközi összehasonlítások céljaira is igen alkalmas mutatószámnak bizonyul^{19,20} különböző szakterületeken tevékenykedő intézmények, kutatócsoportok idézettségének összemérését teszi lehetővé. Az egyszerű idézetszámlálás erre nem alkalmas, hiszen az egyes szakterületek hivatkozási-idézési szokásai igen különbözőek: pl. egy átlagos orvosbiológiai közlemény irodalomjegyzékében szereplő tételek száma egy átlagos matemaikai cikkének többszöröse. Minthogy a relatív idézettség kiszámításakor az idézetek számát a közlő folyóirat (ami feltehetőleg egy jól meghatározott szakterületet reprezentál) átlagos idézettségéhez (impact factor) viszonyítjuk, a szakterületi különbségek többé-kevésbé kiegyenlítődnek.

A mutatószámok értékelő célú összehasonlítása során különös gondot kell fordítanunk e mutatószámok statisztikai megbízhatóságának becslésére. A statisztikai hibaszámítás legalapvetőbb tudnivalóit a Függelékben foglaltuk

össze. Az ott tanultak felhasználásával egy közelítőleg Gauss-féle normál eloszlású mutatószám két értékének összevetésekor a következőképpen járhatunk el. Jelölje a két összehasonlítandó értéket x_1 és x_2 , hibájukat (szórásukat) σ_1 és σ_2 . A kérdés a statisztika nyelvén úgy fogalmazható meg, hogy vajon az $x_1 - x_2$ különbség jelentősen (szignifikánsan) eltér-e nullától. E különbség hibája a Gauss-féle hibaterjedési törvény szerint $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$. Az $(x_1 - x_2)/(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$ mennyiség egységnyi szórású, normális eloszlású. Az eloszlásfüggvényre vonatkozó táblázatokból kiolvashatjuk, hogy ha ennek a mennyiségnek az abszolút értéke nagyobb 2-nél, akkor 95%-os megbízhatósággal, ha 3-nál is nagyobb, akkor 99%-os megbízhatósággal állíthatjuk, hogy az x_1 és x_2 mutatószámok különbsége nullától különbözik, vagyis a két mutatószám értéke egymástól szignifikánsan eltér. Ellenkező esetben az adott megbízhatósági szinten szignifikáns különbséget nem mutathatunk ki.

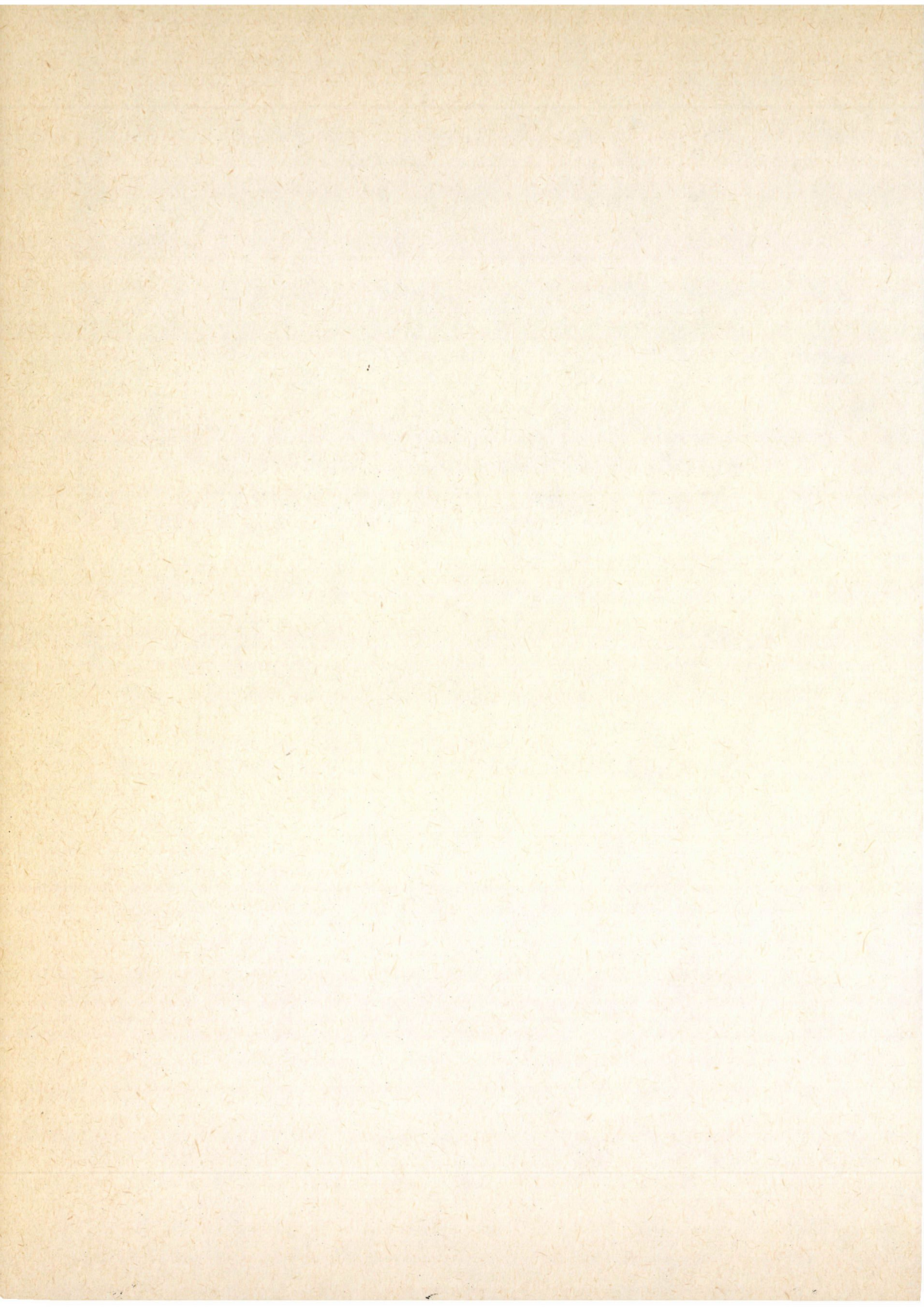
Irodalomjegyzék a 9. fejezethez

1. Braun T., Bujdosó E., Ruff I., A tudomány mint a mérés tárgya. Tudományometriai kutatás Magyarországon. MTA Könyvtára, Budapest, 1981. p. 212, 217, 227.
2. A tudományos publikációs tevékenység mutatószámai az MTA természettudományi, műszaki, orvostudományi és agrártudományi kutatóhelyein 1976–1980. MTA Könyvtára, Budapest, 1981.
3. Schubert A., Glänzel W., Braun T., Tudományometriai mutatószámok. 32 ország természettudományos alapkutatásának összehasonlító elemzéséhez 1976–1980. MTA Könyvtára, Budapest, 1983.
4. T. Braun, W. Glänzel, A Schubert, Scientometric Indicators, World Scientific, Singapore – Philadelphia, 1985.
5. Braun T., Bujdosó E. (Szerk.), A tudományos kutatás minősége. MTA Könyvtára, Budapest, 1984.
6. E. Garfield, Citation Indexing – Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities. Wiley-Interscience, New York, 1979. p. 81.
7. Braun T., Bujdosó E., Analitikai kémia a tudománymetria tükrében. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982.
8. T. Braun, E. Bujdosó, A. Schubert, Literature of Analytical Chemistry: A Scientometric evaluation. CRC Press, Boca Raton, 1986.
9. E. Garfield, Is citation analysis a legitimate evaluation tool? Scientometrics, 1 (1979) 359.
10. A. J. Meadows, Communication in Science. London, Butterworth, 1974. p. 45.
11. O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randal, Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193 (1951) 265.
12. E. Garfield, How to use citation analysis for faculty evaluations, and when is it relevant, in: E. Garfield: Essays of an Information Scientist, Vol. 6, ISI Press, Philadelphia, 1983, p. 354; lásd az 5. irodalom, p. 178.
13. B. R. Martin, J. Irvine, Assessing basic research. Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. Res. Policy, 12 (1983) 61, lásd az 5. irodalom p. 95.
14. J. Irvine, B. R. Martin, Evaluating big science: CERN's past performance and future prospects, Scientometrics, 7 (1985) 281.
15. M. E. D. Koenig, Determinants of expert judgement of research performance. Scientometrics, 4 (1982) 361, lásd az 5. irodalom p. 155.
16. A. Schubert, Náray-Szabó G., Tudományometriai mutatószámok a Chinoin Gyógyszer és Vegyészeti

Termékek Gyára RT 1978–1980. évi tudományos publikációs tevékenységének összehasonlító értékeléséhez, lásd az 5. irodalom, p. 69.

17. Bujdosó E., Csanády A.-né, Katkó I.-né, Alumíniumipari nagyvállalatok publikációs és innovációs aktivitásának vizsgálata. Magyar Alumínium 22 (1985) 385.
18. 1. irodalom, p. 227.
19. A. Schubert, T. Braun, Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact, *Scientometrics*, 9 (1986) 281.
20. A. Schubert, W. Glänzel, Statistical reliability of comparisons based on the citation impact of scientific publications, *Scientometrics*, 5 (1983) 59.
21. Beck M., Gáspár V., A KLTE Természettudományi karán végzett kutatómunka tudományometriai értékelése. Felsőoktatási Szemle, 23 (1984) 395.

**10. A tudományos
kutatás szerkezetének felderítése:
az együttlidézési klasztertechnika**



10.1 A tudomány fejlődési gócai

A természettudományos alap kutatás területén dolgozó kutatók talán kivétel nélkül feltették már saját vagy mások munkájával kapcsolatban azt a kérdést, hogy mennyire „modern”, azaz mennyire van az érdeklődés előterében az a terület, amit művelnek?

A feleletet a tudomány működési mechanizmusának és a tudományos kutatás szerkezetének ismerete mindenképpen megkönnyíthetné. Nem véletlen tehát, hogy a tudománymetria egyik feladatának éppen a „tudományos gépezet” működésének felderítését tekinti (lásd pl. az 1–7. irodalmakat).

A kialakított működési modellekben a tudományos eredményt annak írott dokumentumai a *közlemények*, a közöttük levő kapcsolatokat pedig a *hivatkozások* reprezentálják. Ezek a kapcsolatok képezik azokat a szálakat, amelyek hálóként átszövik a publikációk halmazát és kialakítják e halmazok szerkezetét.

A hivatkozások statisztikai vizsgálata azt mutatta, hogy általában a megjelent publikációknak csupán egy tört részét (kb. 25%-át) idézik tízszer, vagy ennél többször. A tudomány „frontjában” levő publikációkat tehát elsősorban ezek között az aránylag csekély számú, sokszor idézett és a hivatkozási-idézeti kapcsolattal szorosan egymáshoz kapcsolt közlemények között kell keresni.¹ Ez az alapja lényegében az együttidézési klasztertechnikának (co-citation clustering), amelyet Marshakova⁸ a Szovjetunióban és Small⁹ az Egyesült Államokban egymástól függetlenül dolgozott ki a tudományok fejlődés gócait képező publikációk és a közöttük levő kapcsolatrendszer felderítésére. A tudomány szerkezete ugyanis a szűk tématerületeken elért eredmények mozaikjaiból áll össze. Manapság már aligha mondhatja el valaki magáról, hogy ezekből a mozaikokból képes a tudomány egységes képét átlátni.^{10–13} Szükség van tehát egy olyan számítógépes, automatikusan alkalmazható objektív technikára, amely a lényeges és alapvető összefüggések feltárásával, mint egy röntgenkép, megmutatja a tudomány vázát.

A módszert számos tudományterületen alkalmazták. A kapott eredményeket összevetették a „peerek”, a szakmai tekintélyek véleményével.¹⁴

Megállapították, hogy az együttidézési módszer valóban alkalmas az egyes szakterületeken folyó természettudományos alapkutatói tevékenység fejlődési gócainak meghatározására, és ezek időbeli változásának nyomonkövetésére.¹⁵

A kutatás fejlődési gócainak meghatározása, a legintenzívebben művelt kutatói tématerületek keresése, és a közöttük levő kapcsolatok vizsgálata a tudományometriával és a szakterületi kutatással foglalkozó szakemberek kezében egyaránt hasznos eszköz a témaválasztást és az értékelést illetően.

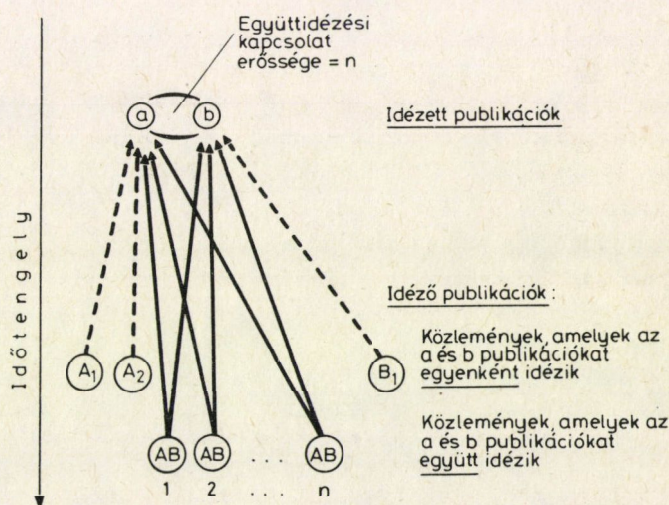
10.2. A hivatkozási-idézeti kapcsolat és az együttidézés

A tudományos kutatás anyagi és szellemi erőforrásokból, valamint szakirodalmi információból táplálkozik. A kutatás eredményeképpen új, fejlettebb ismeret születik. A létrehozott új információ általában írott formát ölt, amelynek hivatkozásjegyzékében a szerző feltünteti mindazokat a forrásokat, amelyekre mint tudományos ismeretekre támaszkodik, munkája előzményének tekint, adatait vagy módszereit alkalmazza, vagy felhasználja abban az intellektuális folyamatban, amellyel eredményeit értelmezi és elhelyezi az eddigi ismeretek körében.

A kutatói tevékenység élvonalát *általában* a magas idézettségű, egymással szoros idézettségi és eszmei kapcsolatban levő közleményekben található tudományos eredmények képezik. Kérdés csupán az, hogy milyen módon válogathatók ki a publikációk halmazából azok, amelyek szoros összefüggésben vannak egymással. Megfigyelték, hogy egyes közlemények hivatkozásjegyzékében bizonyos publikációk gyakran ugyanazokkal párosítva fordulnak elő. Tekintsük tehát az illető két közlemény közötti kapcsolat szorosságára jellemzőnek az együtt előfordulási gyakoriságukat a vizsgált halmaz publikációinak irodalomjegyzékében. Az együttidézési technika erre a hipotézisre építve és ezt a tulajdonságot kihasználva igyekszik a publikációkat és a publikációk által képviselt témát, illetve szakterületet mechanikusan, számítógéppel végezhető eljárással meghatározni.

Az együttidézés tehát azt jelenti, hogy két vagy több publikáció egy későbbi publikáció irodalomjegyzékében egyszerre fordul elő, azaz azokat *együtt* idézik. Az idézett két, illetve több publikáció közötti kapcsolat szorosságát, a közöttük levő „hasonlóságot” jellemezheti egy adott időtartam alatt megjelenő, az illető publikációkat együtt idéző közlemények darabszáma, amelyet együttidézési számnak nevezhetünk. Kettős együttidé-

zésről beszélünk, amennyiben két, hármas együttidézésről, amennyiben három publikáció egyszerre történő idézését vizsgáljuk a későbbi publikációkban.¹⁶ A hasonlóság felderítéséhez azonban elegendő a kettős együttidézettséget, azaz a páronként idézett publikációkat vizsgálni (58. ábra). Az együttidézési szám egytől akár több százig is változhat, mintegy folytonos és kellő finomságú mércéjét képezve az idézett közleményekben foglalt elvek, módszerek, eredmények stb. hasonlóságának. Ahhoz, hogy két publikáció együttidézési száma magas legyen, általában külön-külön is magas idézettséggel kell, hogy rendelkezzenek. Megjegyezzük, hogy az együttidézésen kívül a publikációk között egyéb kapcsolat is elképzelhető. Ilyen például az ún. bibliográfiai kapcsolat (bibliographic coupling).¹⁷ Két publikáció akkor kerül bibliográfiai kapcsolatba, ha egy közös harmadikra hivatkoznak. Ez nem más, mintha az 58. ábrán az idézett és idéző publikációk helyét felcserélnénk és az időtengelyt is megfordítanánk.



58. ábra.
Publikációk együttidézésének szemléltetése

Az együttidézésnek a bibliográfiai kapcsolattal szemben az az előnye, hogy képes az időbeli változás követésére, attól függően, hogy mire hivatkoznak a legfrissebb publikációk. Ez hozzásegíthet bennünket ahhoz, hogy az illető szakterület fejlődését nyomon követhessük.

10.3 Az együttlidézési klaszterek képzésének számítógépes technikája

A klaszter analízis alkalmazására egyre több példát találunk a szakirodalomban (lásd például a 18. és 19. irodalmakat). Célja azonban gyakorlatilag minden esetben azonos: komplex halmazban rejlő szerkezet felderítése az egyedek hasonlóságának felismerése révén. A hasonlóságot esetünkben az együttlidézési kapcsolat erőssége, azaz az együttlidézések száma jelzi.

Anélkül, hogy részleteiben ismertetnénk az együttlidézési klaszter analízis számítógépes technikáját, az alábbiakban vázlatosan ismertetjük az együttlidézési klaszterezés főbb lépéseit.

Az együttlidézési klasztertechnika az idézeteket is tartalmazó *Science Citation Index* adatbázis mágnesszalagjainak feldolgozásával történik. Első lépés a magas idézettségű cikkek kiválogatása. Ehhez valamely *idézetségi küszöbérték* (k) megszabása szükséges. Az idézettség és az egy évi publikációk számának összefüggését a 24. táblázat mutatja. Ha ez az idézettségi küszöbérték pl. $k=17$, a publikációk száma máris az összes közlemény kb. 0,5%-ára redukálódott, ugyanis a teljes publikációs halmazból összesen csak ennyit idéznek 17-szer, vagy ennél többször (24. táblázat). Ez például egy éves *SCI* anyagban 14.700 közleményt jelent. A belőlük képezhető párok száma $0,5n(n-1)$, amely a fenti értékre vonatkoztatva $1,1 \times 10^8$, még mindig meglehetősen nagy érték.

A továbbiakban meg kell szabnunk az *együttlidézés szintjét*, amely egyrészt kifejezhető egyszerűen az adott időtartam alatt az *együttlidézések*

24. táblázat
Az idézettségi értékek és a közlemények száma közötti összefüggés
(az 1978 évi *Science Citation Index* alapján)¹⁸

| Idézettség, k | Publikációk | |
|-----------------|-------------|-----|
| | száma | % |
| 1 | 2 675 936 | 70 |
| 2-4 | 876 993 | 23 |
| 5-9 | 199 210 | 5 |
| 10-16 | 49 741 | 1 |
| 17-25 | 14 694 | 0,5 |
| 26-50 | 7 163 | 0,3 |
| 51-100 | 1 415 | 0,1 |
| 101-fölött | 353 | 0,1 |

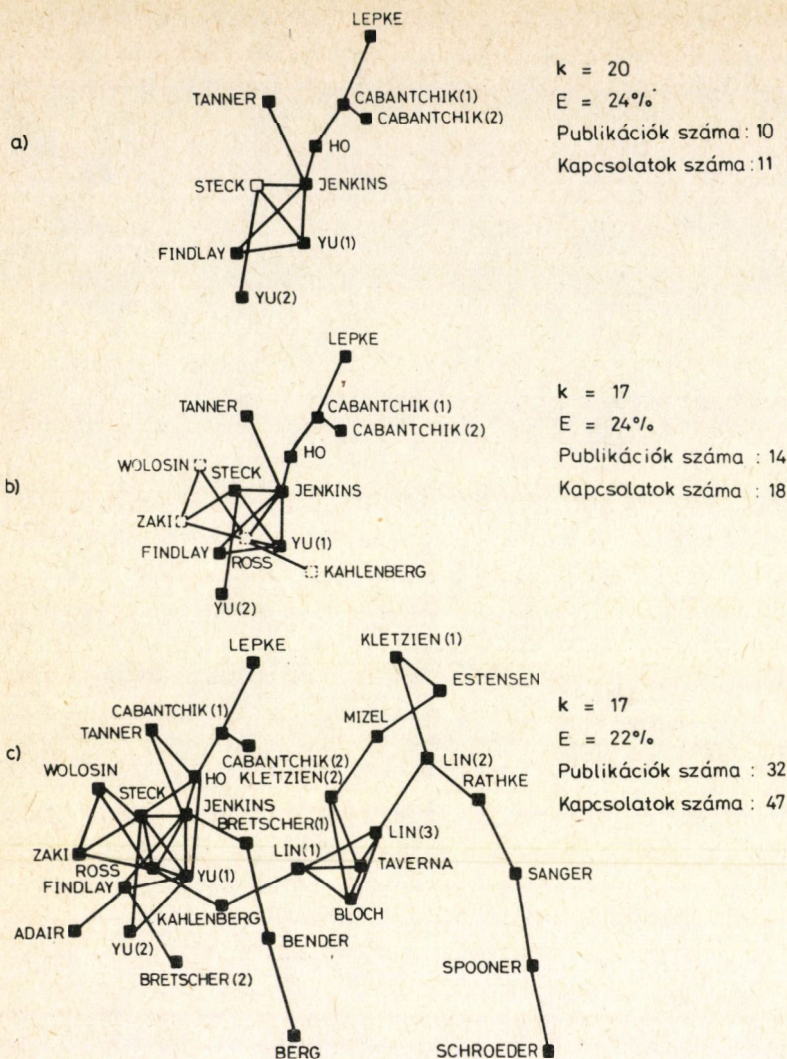
számával (n_{ab}), vagy százalékosan az együttidézés erősségével (E):

$$E = \frac{n_{ab}}{n_a + n_b - n_{ab}} \times 100\% \quad (58)$$

ahol n_{ab} az a és b közlemény együttidézési száma, n_a és n_b pedig az a és b közlemény külön-külön kapott idézeteinek a száma a vizsgált időtartam alatt. Legyen pl. az a publikáció évi idézettsége $n_a=50$, a b publikációé $n_b=20$, az együttidézések száma $n_{ab}=10$, akkor az együttidézés erőssége $E=17\%$.

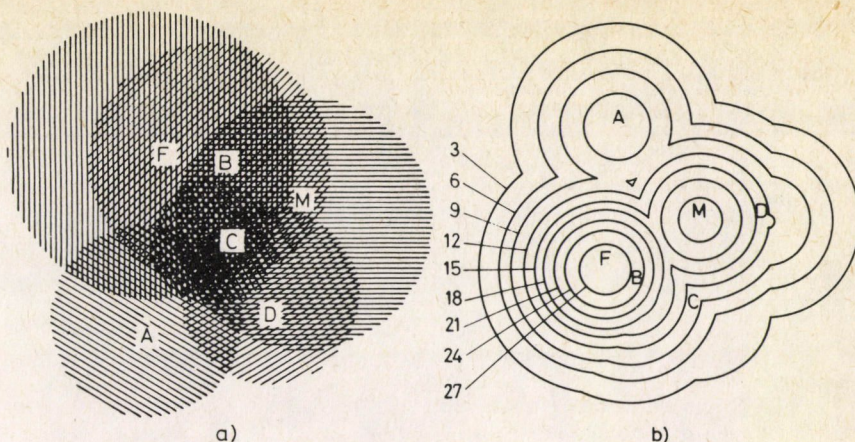
Ha $E=0\%$, akkor egyetlen klasztert kapunk, amelyet az összes páronként idézett publikációk halmaza képez, míg az ellenkező esetben, ha $E=100\%$, az együttidézett publikációk egyenként önálló klasztert képeznek. Az együttidézés erősségének optimális értékét előre nem lehet meghatározni. Az idézettségi küszöbérték tekintetbe vételével olyan klaszter kialakítására kell törekedni, amely az összefüggéseket a legszembetűnőbben mutatja.^{20,21} A küszöbérték és a szint csökkentésével ugyanis elérkezünk egy olyan ponthoz, ahol a klaszterben szereplő publikációk és a kapcsolatok száma hirtelen megnő és ezáltal a klaszter áttekinthetetlenné válik. A számítógép a végleges klasztert több lépésben alakítja ki. Az idézettségi küszöbérték és az együttidézés erősségének hatását a klaszterre a 59. ábrán mutatjuk be. A klaszterben szereplő publikációk között a kapcsolat – azaz az együttidézési szám – különböző. Ezt jelölheti például a publikációkat összekötő vonalak száma is. Sokkal szemléletesebb kép nyerhető azonban az ún. számítógépes többdimenziós skálázás (multidimensional scaling)^{13,16} eljárás alkalmazásával. Itt körök ábrázolják a publikációkat, és ezek területe arányos a kapott idézetek számával. A páronkénti együttidézési szám arányos ezek közös, átfedési területével. A körök középpontja közötti távolság kiszámítható, és ez a publikációk síkbeli elrendezéséhez az ún. klaszterterképekhez vezet. E térképeken a kapcsolatok egymást átfedő körökkel vagy szintvonalakkal ábrázolhatók¹⁶ (60. ábra), vagy egyszerűen egymástól megfelelő távolságban elhelyezett pontokkal. Igen szemléletes képet nyújt a háromdimenziós ábrázolás (61. ábra).²²

Az együttidézési klaszteranalízis alkalmazására további számos példát találunk a biológiában^{23,24} és a tudományos kutatás legkülönbözőbb területein (lásd például a 25–28. irodalmakat).



59. ábra.

Az idézettségi küszöbérték (k) és az együttlédzési erősség (E) változtatásának hatása a vörösvérsejtek membránszerkezetével foglalkozó együttlédzési klaszterre: (a) a számítógép által több lépésben kialakított, véglegesnek tekintett klaszter; (b) az idézettségi küszöbérték (k) csökkentésének hatása: új közlemények lépnek be, amelyeket az üres kockák jeleznek; (c) az idézettségi küszöbérték (k) és az együttlédzési erősség (E) együttes csökkentésének hatása a közlemények számának ugrásszerű növekedésében jelentkezik. Megjegyzés: A klaszterekben a publikációk első szerzői vannak feltüntetve. A zárójelben lévő számok a publikációk megkülönböztetésére szolgálnak



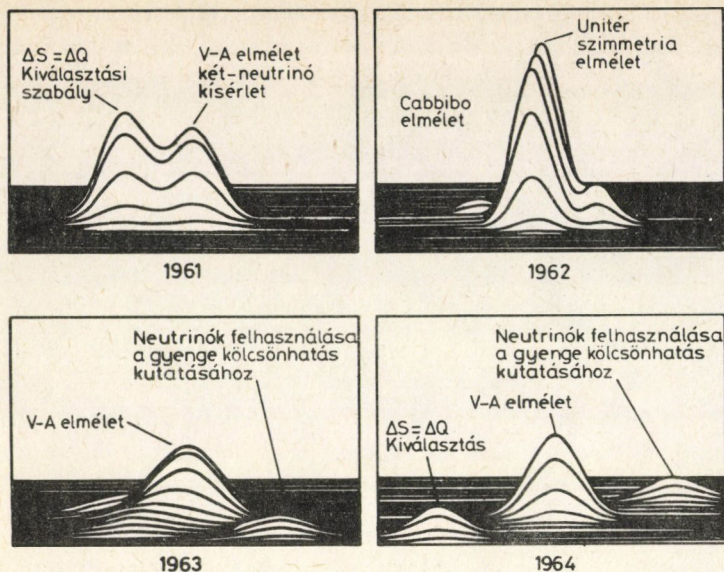
60. ábra.

A részecskefizika kutatás egyik területének az erős kölcsönhatásoknak a klasztertérképe¹⁶ (1972). Az *a* és *b* ábrák 6 publikáció kapcsolatát tüntetik fel két változatban. Az *a* ábra esetén a satírozott kör átmérője arányos a kapott idézetek számával, a középpontok közötti távolság az együttidézési szám (az átfedő területek) alapján lettek számítva. A *b* ábra ugyanezt szintvonalakkal tünteti fel egy publikációt olyan Gauss-görbe alakú forgástestnek tekintve, amelynek szórása egységnyi és az alatta levő térfogat arányos a kapott idézetek számával. Az együttidézési számok a közös térfogatokkal arányosak. A szintvonalak mellé írt számok az egységnyi területre eső idéző publikációk számát jelzik. A publikációk jegyzékét a 25. táblázat mutatja

25. táblázat

A 60. ábrán bemutatott klasztertérképekben lévő dokumentumok kódja és idézési gyakorisága

| Dokumentum | Kód | Idézési gyakoriság |
|--|-----|-----------------------|
| D. AMATI, A. STANGHELLINI and S. FUBINI: Theory of high-energy scattering and multiple production. <i>Nuovo Cim.</i> 1962. 26 (5) 896–954. | A | 88 |
| J. BENECKE, T. T. CHOU, C. N. YANG and E. YEN: Hypothesis of limiting fragmentation in high-energy collisions. <i>Phys. Rev.</i> 1969. 188 (5), 2159–2169. | B | 127 |
| L. CANESCHI and A. PIGNOTTI: Multi-regge baryon exchange and central interactions. <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1969, 22 (22), 1219–1223. | C | 39 |
| C. E. DeTAR, C. E. JONES, F. E. LOW, J. H. WEIS, J. E. YOUNG and C. I. TAN: Helicity poles, triple regge behavior and single particle spectra in high energy collisions. <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1971. 26 (11), 675–676. | D | 76 |
| R. P. FEYNMAN: Very high-energy collisions of hadrons. <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1969. 23 (24), 1415–1417. | F | 187 |
| A. H. MUELLER: 0 (21) analysis of singleparticle spectra at high-energy. <i>Phys. Rev. D.</i> 1970. 2 (12), 2963–2968. | M | 142 |



61. ábra.

A részecskefizika kutatás egyik területének a gyenge kölcsönhatások klasztereinek idősora 1961–1964 között.²² Az egyes publikációk helyett itt a keletkező, fejlődő és összeolvadó elméletek vannak feltüntetve. A csúcsok magassága arányos a publikációk által kapott idézetekkel. A csúcsok között levő távolságot az együttlidézési adatok szabják meg azáltal, hogy az együttlidézések számának arányosoknak kell lenniük a felületek által kimetszett közös térfogatokkal

10.4 A legintenzívebb művelt tématerületek jegyzéke

A minden elborító információáradat kezelésében egyre keresik azokat a még járatlan, új utakat, amelyek előredezett és szűrt információkhoz vezetnek. Az „expert system” lényege, hogy az emberi agy széles skálán mozgó rendszerező képességét egyesíti a számítógéppel végezhető speciális, nagymennyiségű adatok feldolgozására képes eljárásokkal. Ilyen módon például nagymennyiségű adatok, adatbázisok rendszerezésével a felhasználó céljának megfelelően átalakított, áttekinthetőbb információ birtokába juthatunk. Ezáltal olyan kapcsolatok is feltáruulnak, amelyek ezen új eljárások alkalmazása nélkül rejtve maradnának.

A szakértői rendszerező munka és az együttlidézési klasztertechnika előnyeit egyesíti az Institute for Scientific Information (ISI), Philadelphia, az „Index to Scientific Reviews” (a tudományos összefoglaló munkák) és a

„*Research Front Specialty Index*” (a legintenzívebben művelt kutatási tématerületek) kiadványaiban.²⁹

A tudományos szakirodalomban egy tématerület egyedi eredményeit az összefoglaló vagy összefoglaló jellegű (review) cikkek rendszerezik és összegezik. Nem egy összefoglaló cikket mérőldkőként tartanak számon. Figyelemreméltó továbbá az is, hogy az összefoglaló cikkeket közlő folyóiratok (review journals) átlagos idézettsége (impact factor) általában meghaladja a szakterületükön csupán kutatási cikkeket közlő folyóiratokét.

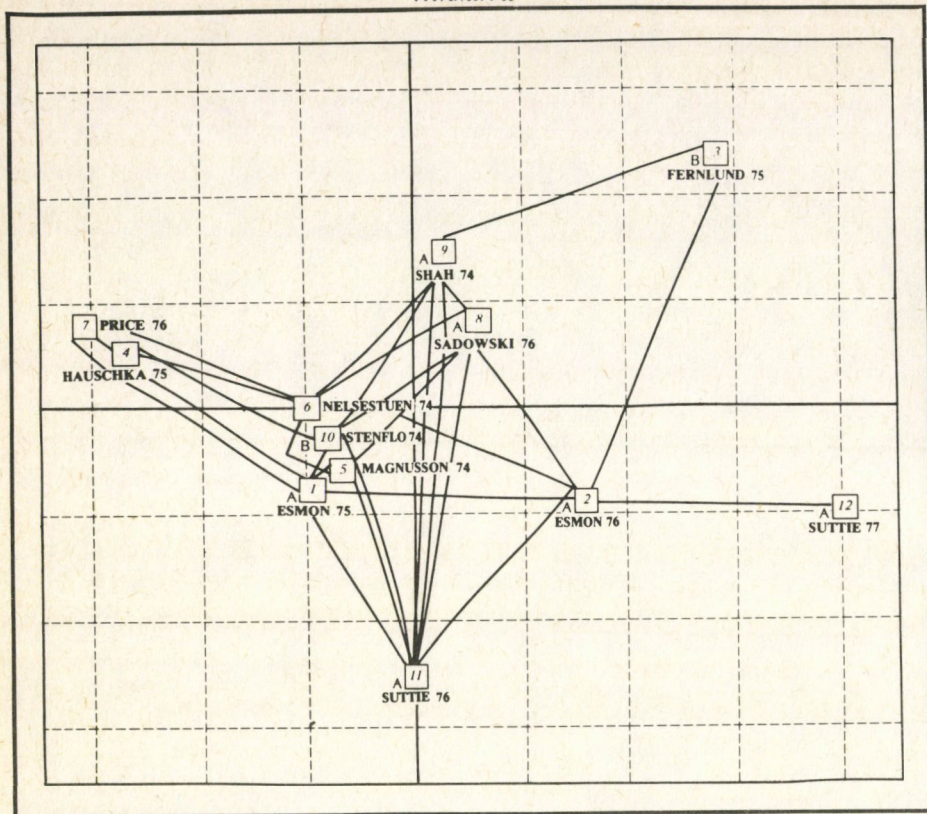
A feldolgozás során a természettudományok válogatott szakirodalmából, a *Science Citation Index* évente kb. 570.000 db forrástételéből gépi eljárással és információs szakemberek bevonásával kb. 30.000 összefoglaló vagy összefoglaló jellegű cikket szűrnék ki. Ugyanakkor a teljes 570.000 cikket tartalmazó éves halmazt együttidézési klaszter analízisnek vetik alá. Vizsgálják a cikkek idézettségét (a kapott idézetek számát) és a cikkek közötti kapcsolat szorosságát (az együttidézések számát). A sokszor idézett, illetve együtt idézett cikkek halmazokba klaszterekbe különíthetők. A természettudományos kutatás teljes szakirodalmát ezzel a rendszerezési technikával feldolgozva, a nyert klaszterek a „legforróbb pontoknak”, a természettudományos kutatás legintenzívebben művelt kutatási tématerületeinek tekinthetők. Ezek nevei automatikusan a klaszterben levő cikkek címszavaiból állnak össze. Az eljárást évről-évre megismételve feltárulnak előttünk a tématerületen bekövetkező változások is.

Az *Index to Scientific Reviews* félévente kiadott kötetei nemcsak az összefoglaló és összefoglaló jellegű publikációk idézeti index rendszere, hanem tartalmazza a legintenzívebben művelt kutatási tématerületek névjegyzékét, megadja az illető tárgyévben a témával kapcsolatosan írt összefoglaló művek bibliográfiáját, továbbá kapcsolatuk erősségét az illető tématerülethez, vagyis a tématerület klaszteréből, azaz az alapbibliográfiájából idézett közlemények számát.

10.5 A tudományos kutatás térképei

A legintenzívebben művelt tématerületek együttidézési klaszter analízissel kiválogatott alapbibliográfiát képező cikkeit a többdimenziós skálázás alkalmazásával a síkban elhelyezve egy térképhez jutunk, ahol a közlemények távolsága jelzi (együttidézési) kapcsolatuk erősségét. A térkép középső részén, az origóban és környékére tehát a sokoldalúan kapcsolt, alapvető fontosságú cikkek kerülnek. Ez azt is jelenti, hogy amennyiben a tématerület irodalmát tanulmányozni kívánjuk célszerű az itt elhelyezkedő cikkekkel kezdeni az irodalmazást (62. ábra). A térképeket tárgykör szerint összegyűjt-

VITAMIN-K



- 1 ESMON CT, SADOWSKI JA, SUTTIE JW
New carboxylation reaction—vitamin-K-dependent incorporation of HCO-14(3) into prothrombin
J Biol Chem 250(12):4744-4738, 1975
- 2 ESMON CT, SUTTIE JW
Vitamin-K-dependent carboxylase—solubilization and properties
J Biol Chem 251(20):6238-6243, 1976
- 3 FERNLUND P, STENFLO J, ROEPSTOR. P, THOMSEN J
Vitamin-K and biosynthesis of prothrombin .5. Gamma-carboxyglutamic acids, vitamin K-dependent structures in prothrombin
J Biol Chem 250(15):6125-6133, 1975
- 4 HAUSCHKA PV, LIAN JB, GALLOP PM
Direct identification of calcium-binding amino-acid, gamma-carboxyglutamate, in mineralized tissue
P NAS US 72(10):3925-3929, 1975
- 5 MAGNUSSON S, SOTTRUPJ. L, PETERSEN TE, MORRIS HR, DELL A
Primary structure of vitamin-K-dependent part of prothrombin
FEBS Letter 44(2):189-193, 1974
- 6 NELSESTUEN GL, ZYTKOVIC. TH, HOWARD JB
Mode of action of vitamin-K—identification of gamma-carboxyglutamic acid as a component of prothrombin
J Biol Chem 249(19):6347-6350, 1974 N
- 7 PRICE PA, OTSUKA AS, POSER JW, KRISTAPO. J, RAMAN N
Characterization of a gamma-carboxyglutamic acid-containing protein from bone
P NAS US 73(5):1447-1451, 1976
- 8 SADOWSKI JA, ESMON CT, SUTTIE JW
Vitamin-K-dependent carboxylase—requirements of rat-liver microsomal enzyme system
J Biol Chem 251(9):2770-2776, 1976
- 9 SHAH DV, SUTTIE JW
Vitamin-K-dependent, invitro production of prothrombin
Biochem Biophys Res Commun 60(4):1397-1402, 1974
- 10 STENFLO J, FERNLUND P, EGAN W, ROEPSTOR. P
Vitamin-K-dependent modifications of glutamic-acid residues in prothrombin
P NAS US 71(7):2730-2733, 1974
- 11 SUTTIE JW, HAGEMAN JM, LEHRMAN SR, RICH DH
Vitamin K-dependent carboxylase—development of a peptide substrate
J Biol Chem 251(18):5827-5830, 1976 N
- 12 SUTTIE JW, JACKSON CM
Prothrombin structure, activation, and biosynthesis
Physiol Rev 57(1):1-70, 1977 R

ve atlaszokba rendezik.^{30,31} Az atlasz tartalmazza a kutatási front megnevezését, rövid leírását, az alapvető közlemények klaszterterképét, bibliográfiai adatait, a tárgyévben kapott idézeteik számát, továbbá az alapbibliográfia cikkeiből a legtöbb közleményt idéző kulcs-cikkek listáját, a cikkben idézett alalcikkek számát. Utóbbit egyben a tárgyi kapcsolat erősségeként is tekinthetjük.

Megjegyezzük, hogy az ISI/BIOMED SEARCH rendszer lehetővé teszi a biológiai és orvosbiológiai kutatási frontokon alapuló online keresést az 1980. évtől, összesen 1440 folyóiratban.³²

Tudományterületek kialakulásának és fejlődésének vizsgálatára az együtt-idézési klaszterterképekhez hasonlóan a dokumentumok tartalmát jelző szóláncolatok közös szavainak előfordulási gyakorisága alapján készített térképek is alkalmasak és mint „társ-szó” (co-word) analízis vált ismertté.³³

A tudománymetria szempontjából mind az együttidézési mind a társ-szó analízisek jelentősek, ugyanis a tudományterületek fejlődésének vizsgálatát célozzák, egyik a tudomány társadalmi intézményén, az idézési szokásokon, másik a kognitív kapcsolatain keresztül.

Irodalomjegyzék a 10. fejezethez

1. D. de Solla Price, Networks of scientific papers. *Science*, 149 (1965) 510.
2. A. J. Meadows, The citation characteristics of astronomical research literature. *J. Docum.*, 23 (1967) 28.
3. A. J. Meadows, J. G. O'Connor, Bibliographical statistics as a guide to growth points in science. *Science Studies*, 1 (1971) 95.
4. D. Sullivan, D. H. White, E. J. Barboni, The state of a science: Indicators in the specialty of weak interactions. *Soc. Stud. Sci.*, 7 (1977) 167.
5. M. Burger, E. Bujdosó, Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science; fejezet az R. J. Field and M. Burger (Szerk.): *Oscillating and Traveling Waves in Chemical System*, Wiley, New York, 1985.
6. E. Bujdosó, W. S. Lyon, I. Noszlopi, Prompt nuclear analysis: Growth and trends. *J. Radioanal. Chem.*, 74 (1982) 197.
7. B. R. Martin, J. Irvine, Az alapkutatási tevékenység értékelése. Braun T., és Bujdosó E. (Szerk.): *A tudományos kutatás minősége*. MTA könyvtára, Budapest, 1985, p. 95.
8. I. V. Marshakova, System of document connections based on references. *Naucsno-Technicseskaja Informacija*, Ser. 2., No. 6. (1973) 3.
9. H. Small, Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 24 (1973) 265.
10. E. Garfield, ISI is studying the structure of science through co-citation analysis. *Current Contents*, No. 7 (1974 Feb. 13) 5.
11. E. Garfield, *Essays of an Information Scientist*. Vol. 2, ISI Press, Philadelphia, 1977, 26 oldal.
12. H. Small, B. C. Griffith, The structure of scientific literatures. I. Identifying and graphing specialties. *Sci. Stud.*, 4 (1974) 17.
13. B. C. Griffith, H. Small, J. A. Stonehill, S. Dey, The structure of scientific literatures. II. Toward a macro- and microstructure for science. *Sci. Stud.*, 4 (1974) 339.

14. H. Small, A co-citation model of a scientific specialty: A longitudinal study of collagen research. *Soc. Stud. Sci.*, 7 (1977) 139.
15. D. Sullivan, D. H. White, E. J. Barboni, Co-citation analyses of science: An evaluation. *Soc. Stud. Sci.*, 7 (1977) 223.
16. H. Small, Multiple citation patterns in scientific literature: The circle and hill models. *Inform. Stor. Retr.*, 10 (1974) 393.
17. M. M. Kessler, Bibliography coupling between scientific papers. *Documentation*, 14 (1963) 10.
18. J. A. Hartigan, *Clustering Algorithm*. Wiley, New York, 1975.
19. M. R. Anderberg, *Cluster Analysis for Application*. Academic Press, New York, 1973.
20. E. Garfield, ABCs of cluster mapping. Part 1. Most active fields in the life sciences in 1978. *Current Contents*, No. 40. (Oct. 6, 1980) 5.
21. E. Garfield, ABCs of cluster mapping. Part 2. Most active fields in the physical sciences in 1978. *Current Contents*, No. 41. (Oct. 13, 1980) 5.
22. D. H. White, D. Sullivan, Social currents in weak interactions. *Physics Today*, 32 (1979 April) No. 4, 40.
23. E. Garfield, Controversies over opiate receptor research. Typify problems facing awards committees. *Current Contents*, No. 20. (May 14, 1979) 5.
24. H. Small, E. Greenlee, Citation context analysis of a co-citation cluster: Recombinant - DNA. *Scientometrics*, 2 (1980) 277.
25. H. Small, Co-citation context analysis and the structure of paradigms. *J. Docum.*, 36 (1980) 183.
26. K. W. McCain, The author co-citation structure of macroeconomics. *Scientometrics*, 5 (1983) 277.
27. E. Nadel, Commitment and co-citation an indicator of incommensurability in patterns of formal communication. *Social Stud. Sci.*, 13 (1983) 255.
28. E. Noma, Co-citation analysis and the invisible college. *J. Am. Soc. Inform. Sci.*, 35 (1984) 29.
29. *ISR, Index to Scientific Reviews. First and Second Semiannual. Research Specialty Index, Corporate Index, Source Index, Permuted Subject Index.* Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
30. *ISI Atlas of Science. Biochemistry and Molecular Biology 1978/80 Including Minireviews of 102 Research Front Specialities.* Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
31. *ISI Atlas of Science. Biotechnology and Molecular Genetics 1981/82 covering 127 Research Front Specialities.* Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
32. E. Garfield, ISI's on-line system makes searching so easy even a scientist can do it: Introducing METADEX Automatic indexing and ISI/BIOMED SEARCH. *Current Contents*, No. 4. (1981 Jan. 26) 5.
33. A. Rip, J. P. Courtial, Co-word maps of biotechnology: An example of cognitive scientometrics. *Scientometrics*, 6 (1984) 381.

11. Függetlenség

11.1 A mérési eredmények hibái

Minden mérési eredmény felhasználásakor meg kell vizsgálnunk, hogy mennyiben tekinthetjük a mért adatot megbízhatónak. A megbízhatóság jellemzője a hiba. Eredetét tekintve három fajta hibát különböztethetünk meg.

A szisztematikus vagy rendszeres hiba valamely tényező figyelmen kívül hagyásából, a mérőberendezés helytelen hitelesítéséből, általában valamely tényező, vagy körülmény szisztematikus hatásából származik. Kiküszöbölése csak gondos vizsgálattal, ellenőrző mérésekkel lehetséges.

Az észlelési hiba a mérés, ill. a mérőberendezés véges pontossága miatt lép fel. A megismételt mérések egy középérték (várható érték) körül fognak ingadozni. Az ingadozás mértéke a szórás. A középértéktől lefelé és felfelé a szórás kijelöl egy intervallumot ($\bar{x} \pm \sigma_x$), amelyben a mérési eredmények 68,3%-a esik. Ez azt is jelenti, hogy egy újabb mérési adat is ugyanilyen valószínűséggel esik az egyszeres szóráson belül. Az intervallum növelésével természetesen ez a valószínűség is nő, a kétszeres szórás esetén 95,45%, a háromszoros szórásnál 99,73% lesz.

A statisztikus hiba akkor lép fel, amikor nagyszámú, egymástól független esemény bekövetkezését vagy meg nem történését vizsgáljuk. Az ilyen hiba általában „számlálással” kapcsolatos (pl. egy részecskeszámláló műszerrel mért eredmény hibáját statisztikus hibaként kezeljük).

„Hibát” követhetünk el még a matematikai műveleteknél is, pl. a tizedesjegyek elhagyásával.

Az észlelési és a statisztikus hiba becslésére a hibaszámítás módszerei állnak rendelkezésünkre.

A tudománymetria eljárásai is „mérésen” alapulnak. Az előbb elmondottak tehát itt is érvényesek. Megjegyezzük, hogy a tudománymetriában a hibák figyelembevétele nem kötelező érvényű, így azok kiszámításának módszerei sem egységesek.

Általánosságban mondhatjuk, hogy egy adatot annál pontosabbnak kell tekintenünk, mennél több tétel mérése, leszámolása alapján határoztuk meg azt.

11.2 A hatástényező hibája

Egy folyóirat hatástényezőjének kiszámításánál jobban bízhatunk egy olyan értékben, amelyet sok hivatkozási és forrás tétel hányadosaként nyertek, mint abban, ahol ezek az adatok kicsinyek. A hatástényezőben szereplő tényezők értékeit számos, figyelembe nem vehető tényező befolyásolhatja. Lássunk most erre egy konkrét példát. Az *Acta Physica Academiae Scientiarum Hungaricae* c. folyóirat 1980. évi hatástényezője 0,181. A négy mért adat, egyrészt a két hivatkozási adatból: 1980-ban az adatbázis folyóirataiban 10 hivatkozást találtak a folyóirat 1979-ben és 17-et az 1978-ban megjelent cikkeire; másrészt két forrás adatból áll: az *Acta Phys. Hung.* 1979-ben 76 cikket, 1978-ban 73 cikket közölt. A hatástényező ezen

adatok páronként képzett összegének hányadosa, azaz $\frac{10 + 17}{76 + 73} = 0,181$.

A példaként választott folyóirat esetén valószínű, hogy 1979-ben egy két cikk az átlagosnál kisebb terjedelmű volt és ez tette lehetővé, hogy 73 helyett 76 cikket közöljenek az 1979-es évfolyamban. Ha a folyóirat 1979-ben is csak 73 cikket közölt volna, akkor a hatástényező máris

nagyobb lenne: $\frac{10+17}{73+73}=0,185$. Az sem elképzelhetetlen, hogy a folyóirat

1979. évi utolsó számát (No. 4) az olvasók megkésve kapták kézhez, és emiatt a hivatkozásait az ott levő 11 db cikkre semmiképp sem tartalmazhatták az 1980-ban megjelenő folyóiratok. Amennyiben a cikkenként 0,181 átlagos hivatkozást tételezzük fel, ez $12 \times 0,181 = 2$ hivatkozás elvesztését jelenti. Az elmondottak figyelembevételével a hatástényező ebben

az esetben $\frac{12+17}{76+73} = 0,194$ lenne, azaz az eltérés máris $\frac{0,194-0,181}{0,181} = 7\%$ -ot

tenne ki.

Jogosan tételezzük fel tehát, hogy a hivatkozás és forrástételek száma véletlen ingadozásnak vannak alávetve. Feltételezzük, hogy Poisson eloszlást követnek és így a szórás becslésére a leszámolt adatok négyzetgyökét használjuk. Mivel a hatástényezőt négy mért adat határozza meg, hibáját tehát együttesen e négy adat hibája adja meg. Kiszámítását a Gauss-féle hibaterjedés törvénye alapján végezhetjük el, amely szerint egy

$$Q = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (59)$$

n független mérési adatból álló Q függvény hibáját (σ_Q) az egyes adatok σ_{x_i} hibái segítségével a Q függvénynek a változók szerinti parciális deriválása

útján nyerjük:

$$\sigma_Q^2 = \sum_{i=n}^n \left(\frac{\partial Q}{\partial x_i} \cdot \sigma_{x_i} \right)^2. \quad (60)$$

Ha a hatástényezőt (impact factor) az alábbi képlettel jelöljük:

$$I. F. = \frac{C_{i-1} + C_{i-2}}{S_{i-1} + S_{i-2}} = \frac{C}{S} \quad (61)$$

ahol i tárgyévben, az $i-1$ és $i-2$ évekre vonatkozó hivatkozást C a forrásadatokat S jelenti, amelyek szórása \sqrt{C} , ill. \sqrt{S} , akkor a hatástényező hibája a Gauss-féle hibaterjedéssel számolva a (60) képlet alapján

$$\sigma_{IF} = \left[\frac{1}{S} (I. F. + I. F.^2) \right]^{1/2}. \quad (62)$$

A hatástényező relatív (százalékos) szórása:

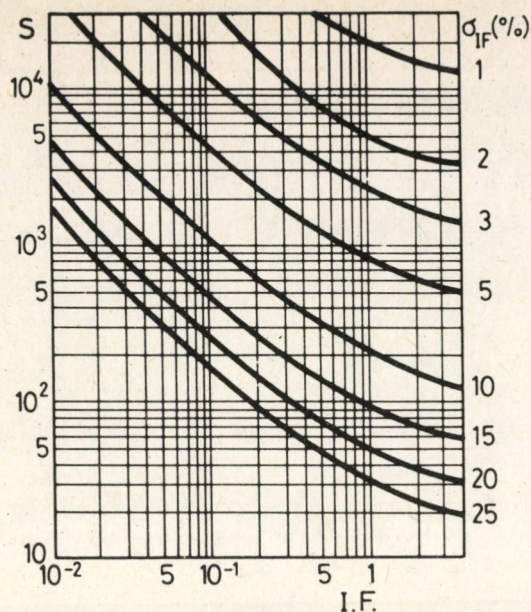
$$\sigma_{IF} (\%) = \frac{\sigma_{IF}}{I. F.} = \left[\frac{1}{S} \left(\frac{1}{I. F.} + 1 \right) \right]^{1/2} \times 100. \quad (63)$$

Az esetünkben példaként felhozott *Acta Phys. Hung.* hatástényezőjének szórása tehát

$$\sigma_{IF} = \left[\frac{1}{149} (0,181 + 0,181^2) \right]^{1/2} = 0,037, \text{ azaz } \sigma_{IF} \% = 21\%.$$

A szórás jelenlétéből következően tehát az *Acta Phys. Hung.* hatástényezőjének „igazi” értéke 68,3%-os valószínűséggel esik az $I.F. \pm \sigma_{IF}$, azaz a 0,144 és 0,218 intervallumba, ill. 15,8%-os valószínűséggel a 0,218 érték fölé, ill. a 0,144 érték alá.

Amint a fenti két összefüggésből látható, a hatástényező szórása megadható a hatástényező ($I. F.$) és a tárgyévet megelőző két év forrás adatainak összegével (S). E két adat ismeretében a hatástényező szórásának százalékban megadott értékét megbecsülhetjük a 63. ábrán közölt diagram segítségével.



63. ábra.

Diagram a hatástényező hibájának becsléséhez

11.3 A frissességi mutató hibája

A frissességi mutató (immediacy index, I. I.) a folyóiratokban közölt publikációkra történő reflexió sebességének jellemzője:

$$I. I. = \frac{C_i}{S_i} \quad (64)$$

ahol C_i a hivatkozások száma a tárgyévben az ugyancsak a tárgyévben megjelent S_i számú cikke. Az előző fejezetben tárgyalt hibaterjedési törvény figyelembevételével az immediacy index szórása:

$$\sigma_{I. I.} = I. I. \left(\frac{1}{C_i} + \frac{1}{S_i} \right)^{1/2}. \quad (65)$$

11.4 Egyéb tudománymetriai mérőszámok, mutatók hibái

Az egyes mérési adatokból képzett kifejezések hibáinak becslésére a Gauss-féle hibaterjedési törvény alkalmazható. A végeredmény hibája az egyes adatok hibáitól és a velük végzett művelettől függ. Az alábbiakban két hibával terhelt mennyiséghez (X , Y) és szórásaikhoz (σ_X, σ_Y) megadjuk az eredő szórásnégyzetét:

$$Q = X \pm Y \quad \sigma_Q^2 = \sigma_X^2 + \sigma_Y^2.$$

$$Q = aX \pm bY \quad \sigma_Q^2 = a^2 \sigma_X^2 + b^2 \sigma_Y^2 \quad \text{ahol } a \text{ és } b \text{ állandók,}$$

$$Q = X Y \quad \sigma_Q^2 = XY \left(\frac{\sigma_X^2}{X^2} + \frac{\sigma_Y^2}{Y^2} \right),$$

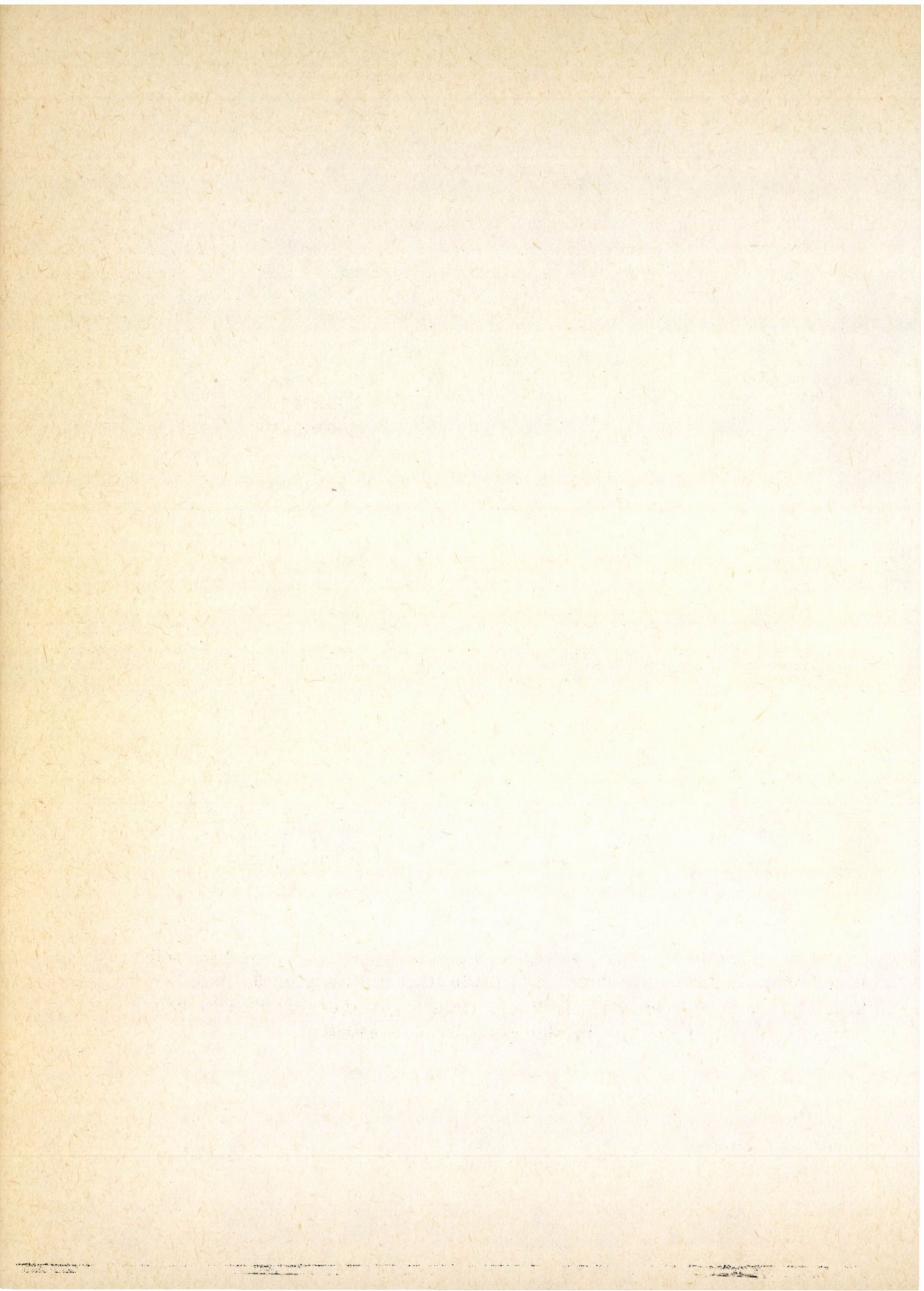
$$Q = \frac{X}{Y} \quad \sigma_Q^2 = \left(\frac{X}{Y} \right)^2 \left(\frac{\sigma_X^2}{X^2} + \frac{\sigma_Y^2}{Y^2} \right),$$

$$Q = X^n \quad \sigma_Q^2 = \left(n X^n \frac{\sigma_X^2}{X} \right)^2,$$

$$Q = \ln X \quad \sigma_Q = \frac{\sigma_X}{X},$$

$$Q = \log X \quad \sigma_Q = \frac{0,4343 \sigma_X}{X}.$$

A fenti összefüggésekből láthatjuk, hogy két jelentős hibával terhelt mennyiséggel végzett műveletből származtatott mennyiség hibáját mindkét kiinduló mennyiség hibája jelentősen terheli, amelyet számításainkban, illetve következtetéseink levonásakor nem hanyagolhatunk el.



Tárgymutató

AHCI *lásd* Arts and Humanities Citation Index

akadémiai „levelező tagok”, 66

aktivációs analízis növekedése, 42

alapkutatás, 21

alkalmazott kutatás, 21

Amerikai Egyesült államok

- kémia növekedése, 43
- lakosságának növekedése, 44
- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

Amerikai Mikrobiológiai Társaság, 71

analitikai kémia

- kétszereződési ideje, 41
- szerkesztők idézettsége, 76
- szerkesztők publikációs tevékenysége, 74

Anglia *lásd* Egyesült Királyság

Angol Királyi Társaság, 26, 66

Arts and Humanities Citation Index

- ismertetése, 155
- folyóiratbázisának megoszlása, 157, 159

ASCA, 166

ASCATOPICS, 166

„asszimiláció”, 27, 78

Ausztrália

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

Ausztria

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

átfutási idő, 82–86

- eloszlásfüggvények, 85

- mérése, 83–86

átfutási középítő, 83

átlagos idézettség, mutató, 184

átlagos kutatói létszám, mutató, 182

átlagos várható idézettség, mutató, 185

beépített szepticizmus, 28, 72, 176

Belgium

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

„bibliometry” 14

bibliometria, definíció, 14

bibliográfiai kapcsolat, 193

„Bibliographic coupling” *lásd* bibliográfiai kapcsolat

biológia

- egyszerűs cikkeinek százalékos változása, 134
- kétszerezési ideje, 41
- országok részvételi rangsora, 75
- tudományok doktorainak adatai, 181

Boltzmann egyenlet, 137

Botanika felezési ideje, 111

Bradford-törvény, 93–104, 157

- analitikus alakja, 96

- felvétele, 103–104

CBDA *lásd* Current Bibliographic Directory of the Arts and Sciences

CCAD *lásd* Current Contents Addresses Directory

Church bibliográfia, 58

címszó, 149

Citation Index *lásd* idézési index

„cited half-life”, 154
 „citing half-life”, 154
 Computer Horizons, Inc., 18
 Corporate Index *lásd* munkahely index
 „co-word analysis” *lásd* társ-szó analízis
 Current Bibliographic Directory of the Arts and Sciences, 155
 Current Contents, 160
 Current Contents Addresses Directory, 155
 Csehszlovákia részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
 Csillagászat, egyszerűs cikkek százalékának változása, 134

Dánia

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

deduktív módszerek, 99
 demográfiai modell, 20
 determinisztikus járványmodell, 55, 61
 „discipline impact factor” *lásd* területi hatástényező
 divergens oszcillációk, 47
 dokumentált informális kommunikáció, 136

Egyesült Királyság

- kémia növekedése, 43
- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

egy kutatóra eső intézeti szerzők száma, mutató, 183
 egyszerű szerzőség, 125
 egyszerű cikkek százalékának változása, 134
 együttidézés, 192

- erőssége, 195
- szintje, 194

 együttidézési klasztertechnika, 194–198
 együttidézési szám, 193
 együttműködés, 135
 együttműködési tényező, 134
 erős kölcsönhatások klaszterterképe, 197
 eszkálcio, 45
 „expert system”, 198
 exponenciális növekedés, 34
 Európai Gazdasági Együtműködési és Fejlesztési Szervezet, 23
 észlelési hiba, 205

fejlesztés, 21
 felezési idő, 109–115, 154

- mérése, 115–117
- táblázatok, 111, 113

 felezési idő görbe komponensekre bontása, 117
 Finnország részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

fizika

- egyszerű cikkek százalékának változása, 134
- felezési ideje, 111
- folyóiratok szerkesztőinek idézettsége, 77
- kétszeres ideje, 41
- országok részvételi rangsora, 75
- tudományok doktorainak adatai, 181

fiziológia felezési ideje, 111
 folyóiratbázisok megoszlása

- tudományterületek szerint, 152–157
- országok szerint, 159

 folyóiratcikk

- alakja, 67
- átfutási ideje, 68, 82
- felépítése, 67
- nyelve, 67

 folyóiratcikkek aránya, mutató, 184
 folyóirat össz-idézettszáma, 79
 folyóirat-tartalomjegyzék figyelés, 165
 formális csatornák, 70
 forrás index, 148
 főszerkesztők idézettsége, 77
 frakcionális szerzőség, 125

Franciaország

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

frissességi mutató

- definíció, 79
- hibája, 208
- táblázat, 80

 Garfield-törvény, 157
 „gatekeepers” *lásd* kapuőrök
 Gauss-féle hibaterjedés, 186, 206–209
 gazdasági hatás, 22
 gazdasági modell, 20
 Genetics Citation Index, 148

Geológia

- egyszerű cikkek százalékának változása, 134
- felezési ideje, 111

gépészmérnöki tudomány felezési ideje, 111

gépi információkeresés, 164–168
 Gompertz-féle függvény, 38
 grafikon orientált módszerek, 99
 Groos-féle letörés, 97
 gyenge kölcsönhatások klaszterterképe, 198

háborúk hatása, 37, 47, 67
 hatástényező, 178, 182
 – definíció, 79
 – hibája, 206
 – táblázat, 80

hibák
 – észlelési, 205
 – statisztikus, 205
 – szisztematikus, 205

hipotézis, 34

hivatkozás, 14, 69, 145

hivatkozási – idézeti kapcsolat, 192

hivatkozások eloszlása, 101

hízósejt bibliográfia, 57

Hollandia

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

honvédelmi hatás, 22

idézet, definíció, 14, 145

idézetek várható száma, mutató, 185

idézetelemzés

- alapjai, 176–178
- alkalmazása a könyvtári beszerzésben, 102
- gyakorlati kivitelezése, 178–181

idézeti keresés, 149

idézések okai, 146

idézési index, 148

idézetlen publikációk száma, mutató, 184

idézettség figyelése, 166

idézettségi küszöbérték, 194

IDRDS *lásd* International Directory of Research and Development Scientists

„immediacy index” *lásd* frissességi mutató

„impact factor” *lásd* hatástényező

impakt, 78, 177

impakt, mutató, 183

Index to Scientific Reviews, 156, 198, 199

Index to Social Sciences and Humanities Proceedings, 157

Index to Scientific and Technical Proceedings, 157

indexelés, 145

India részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

információ áramlása, 136–141, 155

információelmélet, 65

információs modell, 21, 22

informális csatornák, 69

informatív hatás, 22

„informetria” 14

interaktivitás, 28

interkvartilis, 83

Institute for Scientific Information, 17, 76, 147, 152, 160, 178, 198

– indexrendszerei, 152–160

International Directory of Research and Development Scientists, 155

„invisible college” *lásd* láthatatlan kollégium

ISI *lásd* Institute for Scientific Information

ISI/BIOMED SEARCH, 201

ISR *lásd* Index to Scientific Reviews

ISTP *lásd* Index to Scientific and Technical Proceedings

ISSHP *lásd* Index to Social Sciences and Humanities Proceedings

ismeretelméleti modell, 20

Izrael részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

Japán

– kémia növekedése, 43

– részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

– részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

járványgörbe

– szimbolikus logikáé, 59

– prompt nukleáris analízisé, 59

járványmodellek, 54–61

JCR *lásd* Journal Citation Reports

jelentések, 70

jövedelem eloszlása, 124

Journal Citation Reports, 79, 80, 87, 88, 112, 152, 158, 178

Jugoszlávia részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

Kanada

– részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

– részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

kapott idézetek száma, mutató, 185
 kapuőrök, 72, 73, 77
 keresés
 – idézeti, 149
 – címszó alapján, 150
 keresési lehetőségek az SCI és SSCI adatbázisokban, 165
 kémia
 – egyszerűs cikkek százalékának változása, 134
 – felezési ideje, 111
 – folyóiratok szerkesztőinek idézettsége, 77
 – kétszereződési ideje, 41
 – országok részvételi rangsora, 75
 – szakirodalmának növekedése, 43
 kémiai oszcillációs reakciók
 – információ áramlása, 141
 – irodalmának szóródása, 98
 – társszerzői multigráfok, 139–141
 kétszereződési idő, definíció, 34
 kéziratok
 – elbírálása, 72
 – öregedése, 112
 K•F hatásai, 22
 kísérleti fejlesztés, 21
 klaszteranalízis, 194–198
 klaszterterképek, 195–198
 klinikai orvostudomány
 – országok részvételi rangsora, 75
 – tudományok doktorainak adatai, 181
 kohászat felezési ideje, 111
 kommunikációs multigráf, 136–141
 konferencia anyagok, 70
 konszenzus, 136
 konvergens oszcillációk, 47
 kooperativitás, mutató, 135, 184
 könyvek „elburjánzásáról”, 48
 közgazdaságtan kétszerezési ideje, 41
 kutatócsoport, 131
 kutatók előregedése, 48
 K-vitamin kutatásának klaszterterképe, 200
 különlenyomatok, 71

 láthatóság, 27, 74, 77, 135
 láthatatlan kollégium, 27, 132, 141
 látszólagos átfutási idő, 84, 86
 látszólagos felezési idő, 115
 legintenzívebben művelt kutatási tématerületek, 156, 175, 198–201
 legkisebb erőfeszítés elve, 94, 99, 101
 Lengyelország részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
 „levelsláda”, 66

„librametry”, 14
 lineáris növekedés, 39
 logikai modell, 20
 logisztikus növekedés, 37, 45
 Lotka eloszlás, 98, 122–127, 133

Mag-folyóiratok, 96, 103

Magyarország

– részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
 – részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

matematika

– egyszerűs cikkek százalékának változása, 134
 – felezési ideje, 111
 – országok részvételi rangsora, 73
 – tudományok doktorainak adatai, 181

Máté-effektus, 77, 99

mérési eredmények hibái, 205–209

„multidimensional scaling” lásd többdimenziós skálázás

multigráfok, 136

munkahely index, 149

mutatószámok

– hibája 205–209
 – összehasonlítása, 185

műszaki tudományok részvételi rangsora egyes országokban, 75

National Institute of Health, 131

National Science Foundation, 18

NDK részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

Norvégia részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73

növekedés

– exponenciális, 34
 – lineáris, 39
 – logisztikus, 37
 – mérése, 53

NSZK

– részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
 – részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

nukleáris analitika

– K•F működési mechanizmusa
 – növekedése, 42
 – társszerzők számának változása, 25

OECD *lásd* Európai Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet

Olaszország

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

országok

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

Ortega hipotézis, 133

orvosbiológia

- egyszerűs cikkek százalékanak változása, 134
- országok részvételi rangsora, 75

oszcillációk, 47

önidézés, 177

paradigma, 61, 136

Pareto-eloszlás, 98, 124

Pearl-Reed-féle függvény, 37

„peer”-ek, 26, 71, 178, 191

Permuterm Subject Index, 149

politikai modell, 20

preprintek, 70

printout minta, 167

prioritás, 28, 69

prioritási viták, 66

produktivitás, 135

- mérése, 125–127

profil, 164

prompt nukleáris analízis

- járványgörbéje, 59
- növekedése, 42

PSI *lásd* Permuterm Subject Index

pszichológia

- egyszerűs cikkek százalékanak változása, 134
- kétszerezési ideje, 41

pszichológiai modell, 21

publikáció, 182

publikációk száma, mutató, 183

publikációk intézeti saját rész/szerző/év, mutató, 184

publikációs tevékenység figyelése, 166

publikáló kutatók aránya, mutató, 183

radioaktív izotópok bomlása, 109

Reed–Frost járványmodell, 55

referáló folyóiratok

- növekedése, 39
- tükrében a tudományterületek növekedése, 54

relatív idézettség, mutató, 185

realtív statisztikus rendezettség, 137

relevancia, 168

rendszer

- entrópiája, 137
- információtartalma, 137
- állapot valószínűsége, 137

rendszeres hiba, 205

rendszertechnikai modell, 21

részecskefizikai kutatások klaszterterképei, 197

részecskegyorsítók energiájának növekedése, 46

részgráf, 136

SDI *lásd* szelektív szakirodalom-figyelés

SCI heti szalagok, 162, 164–168

SCI *lásd* Science Citation Index

Science Citation Index, 17, 76, 79, 110, 194

- adatbázisának építése, 160–161
- adatbázisának sebessége, 163
- folyóiratbázisának megoszlása, 156–159
- indexrendszerei, 153
- mágnesszalagok, 164–168
- relevanciája, 164–168
- teljessége, 164–168
- tudományometriai alkalmazása, 175–186

Science Indicators *lásd* tudományos mutatók

Shepard's citation, 146

siker sikert eredményez elv, 94, 99, 101, 125

Social Sciences Citation Index

- ismertetése, 155
- folyóiratbázis megoszlása, 156, 159

sokat idézett publikációk száma, mutató, 184

Source Index *lásd* forrás index

S-alakú növekedési függvények, 38

SSCI *lásd* Social Sciences Citation Index

„statistical bibliography”, 13

statisztikus hiba, 205

statisztikus rendezettség, 137

statisztikus termodinamika, 15, 136

„stop words” *lásd* tiltott szavak

sugárvédelem

- irodalmának elévülése
- társszerzők számának változása, 134

Svájc

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

Svédország

- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

szakirodalomfigyelés, 164–169

- teljessége, 168
- relevanciája, 168

számítógépek jósági mutatójának növekedése, 45

szelektív szakirodalomfigyelés, 160, 164–169

személyek idézetelemzése, 180

személyes Current Contents, 165

személyes kapcsolat, 70

szerkesztők

- idézettsége, 76
- láthatósága, 74

szerves kémiai folyóiratok szerkesztőinek idézettsége, 77

szervetlen kémiai folyóiratok szerkesztőinek idézettsége, 77

szerzői index, 148

szervezők produktivitása, 121–125

szimbolikus logika járványgörbéje, 59

szisztematikus hiba, 205

szekpticizmus, 28, 69, 71, 72, 176

szociológia egyszemű cikkek százaléklának változása, 134

szociológiai hatás, 22

szociológiai modell, 20

Szovjetunió

- kémia növekedése, 43
- részesedése a természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 73
- részvételi rangsora a nemzetközi természettudományos folyóiratok szerkesztőbizottságaiban, 75

sztochasztikus járványmodell, 58, 61

társszerzői multigráf, 136–141

társszerzőség, 133–135

társ-szó analízis, 201

teljes gráf, 136

teljesség, 168

termodinamika, 15, 136

területi hatástényező, 86, 89

tezauruszok minőségének vizsgálata, 102

témafigyelés, 166

tényleges átfutási idő, 84, 86

tiltott szavak, 102

többszörös urnamodellek, 100

tudomány

- eszkalációja, 45
- fejlődési gócai, 191
- szerkezete, 191–198

tudomány egyetemessége, 94

tudomány gépezete, 24

tudomány kortársisága, 48

tudománymetria

- definíciók, 14, 16
- demográfiai modell, 20
- gazdasági modell, 20
- információs modell, 21
- ismeretelméleti modell, 20
- logikai modell, 20
- politikai modell, 20
- pszichológiai modell, 21
- rendszertechnikai modell, 21
- szociológiai modell, 20

tudománymetriai mutatók, 180, 181–186

tudományok tudománya, 16

tudományos együttműködés, 131, 133–136

tudományos elit, 70, 133

tudományos eszmék terjedése, 54–61

- determinisztikus modell, 55
- sztochasztikus modell, 58

tudományos fokozattal rendelkező kutatók aránya, mutató, 183

tudományos fokozattal rendelkező kutatók átlagos száma, mutató, 183

tudományos folyóiratok

- árujellege, 78, 81
- felezési ideje, 154
- frissességi mutatója, 79
- hatástényezője, 79
- használatának gyakorisága, 101
- hierarchiája, 71
- kétszereződési ideje, 40
- létrejötté, 66
- minőségének mutatói, 78
- rangsorának kialakítása, 86–89
- szakosodása, 68
- számának növekedése, 39–40
- szerkesztői, 71–77

tudományos hatás, 22

tudományos idézetek indexrendszere, 145–169

tudományos információ növekedése, 39–44

tudományos kommunikáció, 65–70

tudományos kommunikálás csatornái

- informális, 69
- formális, 70

tudományos kutatói közösség, 26–28, 71

- tudományos kutatás térképei, 199
- tudományos kutatási tevékenység, 23, 26
 - mechanizmusa, 23–25
 - szerkezete, 191–201
- tudományos mutatók, 16, 18, 23
- tudományos összejövetelek, 69
- tudományos publikálás, 65–71
- tudományos teljesítmény értékelése
 - egyének esetén, 179–181
 - csoportok esetén, 181–186
- tudományos termelékenység eloszlása, 121–127
- tudományos tömegek, 133
- tudományos szakirodalom
 - elévülése, 109–118
 - koncentrációjának Garfield-törv. 157
 - szóródásának Bradford-törvénye, 93–104
- tudományterületek
 - kétszereződési ideje, 41
 - növekedése a referáló folyóiratok tükrében, 54
- tudós társaságok, 67
- urnamodellek, 99–100
- vagyon eloszlása, 124
- vegyésszmérnöki tudomány felezési ideje, 111
- világháborúk hatása, 47
- villamosmérnöki tudomány kétszereződési ideje, 41
- Weber-Fechner törvény, 125
- WIPIS *lásd* Who is Publishing in Science
- Who is Publishing in Science, 155
- Zipf-eloszlás, 94, 102
- Zipf–Mandelbrot-eloszlás, 100

